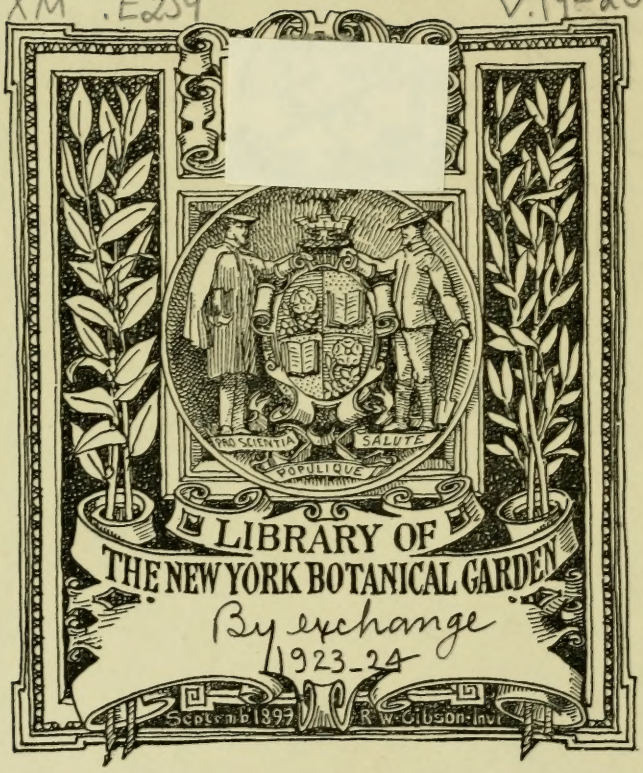
XM .E259 V.19-20



By exchange
1923-24

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS SKOGS-FÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 19

1922

MITTEILUNGEN AUS DER FORSTLICHEN VERSUCHSANSTALT SCHWEDENS
19. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL FORESTRY
N:o 19

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES DES FORÊTS DE LA SUÈDE
N:o 19

CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM 1922.

Pris 12,00 kr.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS STYRELSE.

LINDMAN, ARVID, konteramiral, f. d. statsminister, f. d. utrikesminister, led. av Riksdagens II kammare, *ordförande.*
FREDENBERG, KARL, generaldirektör och chef för Domänstyrelsen, *v. ordförande.*
BARTHELSON, C. G., f. d. överjägmästare, led. av Riksdagens I kammare.
RINGSTRAND, NILS G., landshövding.
ANDERSSON, GUNNAR, fil. d:r, professor vid Handelshögskolan, domänfullmäktig.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS PERSONAL.

SKOGSAVDELNINGEN.

Föreståndare:

SCHOTTE, GUNNAR, f. d. jägmästare, professor. Rt. Experimentalfältet 32, 10—11 f. m.
Chef för Statens Skogsförsöksanstalt och redaktör för dess publikationer.

Assistent:

PETRINI, SVEN, e. jägmästare.

Första Skogsbiträde:

MELLSTRÖM, GÖSTA.

Skogsmästare:

CARLSSON, JOHAN REINHOLD, å Siljansfors försökspark, Rt. Vika 20 b.
HENRIKSSON, OSCAR, å Svartbergets-Kulbäckslidens försökspark, Vindeln.

Skogsbiträden:

ANDRÉN, HENNING, skogsmästareexamen.
DARNALD, HARALD.

Räkne-, skriv- och ritbiträden:

MELLSTRÖM, RUTH.
LEFFLER, INGEGERD.
JOHANSSON, ELSA.
} Rt. Experimentalfältet 13, 10 f. m.—4 e. m.

NATURVETENSKAPLIGA AVDELNINGEN.

Föreståndare:

HESSELMAN, HENRIK, fil. d:r, professor. Rt. Experimentalfältet 31, 10—11 f. m.

Assistenter:

TAMM, OLOF, fil. d:r., docent.
ROMELL, LARS-GUNNAR, fil. d:r
MALMSTRÖM, CARL, fil. licentiat.

Kemister:

LAURENTZ, GURLI, fil. kand.
v. FRIEDRICHS, KERSTIN.

SKOGS-ENTOMOLOGISKA AVDELNINGEN.

Föreståndare:

TRÄGÅRDH, IVAR, fil. d:r, professor, Rt. Experimentalfältet, 33, 10—11 f. m.

Assistent:

SPESSIVTSEFF, PAUL, d:r.

AVDELNINGEN FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRLAND.

(Extra stat.)

Försöksledare:

WIBECK, EDVARD, fil. kand., doc., jägmästare. Rt. Experimentalfältet 39. 10—11 f. m.

Skogsbiträde:

MARELD, FOLKE GUSTAVSSON.

Kamrer: FALCK, EINAR, D. H. H. S. Rt. Experimentalfältet 13, 10—11 f. m., onsdag och lördag 10—12,30 e. m., sedan n:o 6.
Biblioteksamanuens: AMÉEN, HELLEN. Rt. Experimentalfältet 13, 10—11 f. m., sedan n:o 18.
Vaktmästare: KARLSSON, A. W., Rt. Experimentalfältet 30, ankn.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS INSTITUTIONSBYGGNAD.

Vaktrummet, Rt. Experimentalfältet 30. 10 f. m.—4 e. m.
Roslagsvägen, Experimentalfältet.

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 19. 1922

MITTEILUNGEN AUS DER FORSTLICHEN VERSUCHS-ANSTALT SCHWEDENS

19. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL FORESTRY

No 19

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES DES FORÊTS DE LA SUÈDE

No 19

CENTRALTRYCKERIET = STOCKHOLM 1922

XM
.E259
v 19-20

Redaktör:

Professor GUNNAR SCHOTTE

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

INNEHÅLL.

Sid.

Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram (Bericht über die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921; Account of the work at the institute in the period 1918—1921).

I. Gemensamma angelägenheter (Gemeinsame Angelegenheiten; Common Topics) av GUNNAR SCHOTTE 1
II. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av GUNNAR SCHOTTE 8
III. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN ... 27
IV. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH 33
V. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland; Division for afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK 38
VI. Skogsteknologiska undersökningar (Forsttechnologische Untersuchungen; Researches in forest technology) av GUNNAR SCHOTTE 60
VII. Sammanfattning av arbetsprogrammet för åren 1922—1926 66
Zusammenfassung des Arbeitsprogrammes für die Jahre 1922—26 71
Summary of the programme of the Swedish State Institute of Experimental Forestry for the period 1922—26 75

Framställningar rörande avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. (Unterbreitungen die Abteilung für Verjüngunsversuche in Norrland betreffend; Proposals regarding the Division for afforestation problems in Norrland).

I. Underdånigt förslag från vissa skogsbolag 79
II. Underdånig framställning från vissa skogsmän m. fl. 81
III. Utlåtande av chefen för Statens Skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921 85
IV. Yttrande av försöksledaren 107
V. Förnyat yttrande av chefen för Skogsförsöksanstalten 116

ROMELL, LARS-GUNNAR: **Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor** 125
Die Bodenventilation als ökologischer Faktor 281

MAR 1923

Sid

TRÄGÅRDH, IVAR: Skogsentomologiska bidrag I 361
Forstentomologische Beiträge I 382

TAMM, OLOF: Om bestämning av de oorganiska kompenenterna i markens gelkomplex. En metod för studier av brunjorden och dess degeneration 385
Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden 387

ROMELL, LARS-GUNNAR: Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran 405
Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte 439

SPESSIVTSEFF, PAUL: Bestämningstabell över svenska barkborrar 453
Bestimmungstabelle der schwedischen Borkenkäfer

SCHOTTE, GUNNAR: Om snöbrottsfaran vid mycket starka gallringar 493
Sur le danger de dégâts de neige après de très fortes éclaircies 515

MATTSSON-MARN, L.: Snötryckskador å ungtall 517
Dégâts de neige chez des jeunes pins sylvestres 527

Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1922. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1922; Report about the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.)

I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av GUNNAR SCHOTTE 529

II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN 538

III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH 540

IV. Avdelning för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK 542

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

REDOGÖRELSE FÖR SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS VERKSAMHET UNDER FYRAÅRSPERIODEN 1918—1921 JÄMTE FÖRSLAG TILL ARBETSPROGRAM.

I. GEMENSAMMA ANGELÄGENHETER.

Personalen. I december 1918 förnyade Kungl. Maj:t förordnandet för professor G. SCHOTTE att vara chef för skogsförsöksanstalten för en tid av 3 år t. o. m. utgången av år 1921, och i oktober 1921 har förordnandet förlängts för ytterligare tre år t. o. m. år 1924.

Skogsavdelningen. Som föreståndare har professor SCHOTTE hela tiden under fyraårsperioden tjänstgjort.

Som assistent å skogsavdelningen har under tiden till den 31 dec. 1919 e. jägm. L. MATTSSON MÅRN varit förordnad. På grund av tjänstgöring för skogstaxeringssakkunnige åtnjöt emellertid MATTSSON MÅRN tjänstledighet under hela tiden med e. jägm. SVEN PETRINI som vikarie. Fr. o. m. $^{1}/_{1}$ 1920 beviljades MATTSSON MÅRN, efter att hava övergått i enskild tjänst, avsked och anställdes då PETRINI som assistent. PETRINI åtnjöt under 1919 tjänstledighet under tiden $^{24}/_{2}$—$^{5}/_{6}$ för uppehållande av föreståndarebefattningen vid Hällnäs skogsskola, varunder assistentbefattningen uppehölls av e. jägm. OLOF EKBOM. Under maj månad år 1921 hade PETRINI tjänstledighet för ordnande av skogsutställningen i Luleå med e. jägm. ERIK LUNDH som vikarie.

Den 14 dec. 1918 förordnade styrelsen förutvarande skogsbiträdet GÖSTA MELLSTRÖM att vara skogsbiträde under tre år fr. o. m. den 1 jan. 1919 t. o. m. år 1921. MELLSTRÖM förordnades från den 1 jan. 1920 att vara ordinarie innehavare av nyinrättade förste skogsbiträdesbefattningen.

Från 20 nov. 1917 till 15 okt. 1918 har tjänstledighet beviljats åt skogsbiträdet OSCAR HENRIKSSON för genomgående av Klotens fortsättningsskola och sedermera från 16 nov. 1918 t. o. m. 31 dec. 1921 för anställning hos skogstaxeringssakkunnige med herr HENNING ANDRÉN som vikarie till den 31 dec. 1919, därefter under år 1920 skogsmästare F. SÖDERLUND och under år 1921 herr HARALD DARNALD som vikarie.

Den 15 dec. 1919 förordnades vikarierande skogsbiträdet HENNING

ANDRÉN att vara skogsbiträde vid skogsavdelningen under en tid av tre år fr. den 1 jan. 1920 t. o. m. 31 dec. 1922. Från 1 nov. 1921 har han åtnjutit tjänstledighet för genomgående av Klotens fortsättningsskola. Vikarie herr HENRIK SJÖKVIST.

Som ritbiträde har varit anställd fröken HEDVIG GEETE från 1 jan. 1918 till 30 april 1921. Under månaderna febr.—april 1921 åtnjöt fröken GEETE tjänstledighet med fröken RUTH MELLSTRÖM som vikarie. Den 1 maj 1921 beviljades fröken GEETE avsked från befattningen.

Under tiden 1 jan. 1918 t. o. m. 31 jan. 1921 har fröken RUTH MELLSTRÖM varit förordnad som räknebiträde. Den 1 maj 1921 förordnades fröken MELLSTRÖM att vara ordinarie räknebiträde vid skogsavdelningen. Under tiden 1 jan. 1918 t. o. m. 28 febr. 1921 har fru GULLI HAMMAR varit anställd som räknebiträde men beviljades, efter sistnämnda datum, avsked på grund av sjukdom. Den 1 maj 1921 förordnades fröken INGEGERD LEFFLER och den 1 mars 1921 fröken ELSA JOHANSON att vara räknebiträden vid skogsavdelningen. Tidvis under 1921 har fröken ELLEN HOGNER varit anställd som ritbiträde.

Naturvetenskapliga avdelningen. Som föreståndare har under hela fyraårsperioden professor H. HESSELMAN tjänstgjort. Den 2 okt. 1917 uppdrog chefen för Kungl. jordbruksdepartementet åt HESSELMAN att inom departementet såsom ordförande för sakkunniga biträda vid utarbetandet av en plan angående avverkningsstatistikens ordnande (skogsstatistiska kommittén) samt att i detalj planlägga en riksskogstaxering och utföra noggranna kostnadsberäkningar för densamma. Uppdraget har fortfarit under hela fyraårsperioden.

T. f. professorn i skogsbotanik vid skogshögskolan, TORSTEN LAGERBERG, förordnades den 1 jan. 1918 att vara assistent i botanik med fil. kand. CARL MALMSTRÖM som vikarie. Under tiden $^{1}/_{6}$—$^{30}/_{11}$ 1918 var tjänsten vakant, då den fortfarande uppehölls av MALMSTRÖM. Den $^{1}/_{12}$ 1918 förordnades fil. lic. L.-G. ROMELL att vara assistent i botanik under en tid av tre år, och i november 1921 förordnades ROMELL att vara assistent under en tid av ytterligare tre år. Från den 1 juli 1918 och under en tid av tre år förordnades fil. lic. OLOF TAMM att vara assistent i marklära med geologi. Den 31 maj 1920 förordnades TAMM att vara docent i marklära och geologi vid skogshögskolan. I november 1921 förordnades TAMM att vara assistent vid avdelningen ytterligare under en period av tre år. Som innehavare av en ny assistentbefattning vid naturvetenskapliga avdelningen förordnades den 1 jan. 1921 fil. lic. CARL MALMSTRÖM under en period av tre år.

Som kemistbiträde har fil. kand. GURLI LAURENTZ tjänstgjort hela fyraårsperioden. Som biträde vid kemiska analyser har fru KERSTIN

VON FRIEDRICHS varit anställd, år 1918 under en tid av en månad, år 1919 i 7 månader, år 1920 i 8 månader och år 1921 i 8 månader. Som extra kemistbiträde har tidvis under 1920 och 1921 fru KARIN KNUTSSON tjänstgjort.

Skogsentomologiska avdelningen. Den 1 sept. 1918 förordnades fil. d:r IVAR TRÄGÅRDH att vara laborator för en tid av tre år, och i november 1921 har TRÄGÅRDH ytterligare förordnats uppehålla befattningen till årets slut. Den 2 december 1921 utnämnde Kungl. Maj:t nuvarande laboratorn att vara avdelningsföreståndare från och med år 1922. Sedan medel anvisats från och med år 1921 till en assistentbefattning vid avdelningen kungjordes denna till ansökning, men då ingen sökande anmälde sig, förordnade styrelsen 23 nov. 1920 d:r PAUL SPESSIVTSEFF, entomolog vid skogsinstitutet i Petrograd, att under år 1921 uppehålla befattningen.

Avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. Jägmästare EDVARD WIBECK har av styrelsen förordnats att bekläda försöksledarebefattningen under de gångna fyra åren (förordnande på ett år i sänder). WIBECK har åtnjutit tjänstledighet för sjukdom $^{19}/_{8}$—$^{16}/_{10}$ 1918 utan vikarie. Den 21 maj 1920 förordnade styrelsen WIBECK till docent i skogsskötsel vid Skogshögskolan. Som skogsbiträde har tjänstgjort FOLKE GUSTAFSSON MARELD, förordnad på ett år i sänder.

Budgeten. För år 1918 var anslaget till avlöningsmedel till personalen 37,850 kr., till ålderstillägg och förhöjning av arvode 1,166: 66 kr., till extra räknebiträde 1,200 kr., till biträde för analyser 1,200 kr. samt till dyrtidstillägg m. fl. tillägg 27,363: 01 kr. Ett anslag till gratifikation med anledning av invigningen utgjorde 250 kr. Anslaget år 1919 till avlöningsmedel till personalen var 37,775: 09 kr., till avlöningsförbättring åt vaktmästaren 400 kr., till ålderstillägg 1,700 kr. samt till extra lönetillägg och dyrtidstillägg 56,936: 50 kr. Till extra räknebiträde och biträde för analyser var även nu anvisat för vardera 1,200 kr. År 1920 var anslaget till avlöningsmedel till personalen 48,375 kr., till ålderstillägg 1,700 kr., till tillfällig löneförbättring och dyrtidstillägg 70,646: 75 kr. Anslagen till de ovannämnda biträdena voro detta år höjda till vardera 1,600 kr., samt utgick ett anslag på 1,000 kr. till biträde åt laboratorn. Motsvarande anslag år 1921 utgingo med resp. 62,675 kr., 2,600 kr., 88,774 kr. samt 1,600 kr. för vardera av de två biträdena.

Ordinarie anslaget till expenser år 1918 utgjorde 31,500 kr. samt extra anslaget till publikationer, bränslekostnader m. m. samma år 20,368 kr. Motsvarande anslag år 1919 voro 31,500 kr. och 23,550 kr., varjämte tillkom ett extra anslag till anslagstavlor vid försöksfält å 500 kr.

År 1920 voro dessa anslag resp. 33,200 kr., 23,550 kr. och 500 kr. Å tilläggsstat var detta år beviljat ett anslag till expenser med 4,700 kr. samt till ökade resekostnader 3,600 kr. Expensanslagen år 1921 voro resp. 41,300 kr., 43,800 kr. och å tilläggsstat 18,000 kr. Anslaget till anslagstavlor vid försöksfält utgick med samma belopp som förut.

Till föryngringsförsök i Norrland anslogs 1918 å extra stat 19,000 kr. och å tilläggsstat 4,600 kr.; år 1919 voro motsvarande anslag 23,600 kr. och 2,100 kr., samt 1920 26,400 kr. och 4,750 kr., det sistnämnda till ökade resekostnader. År 1921 voro anvisade å extra stat 20,000 kr., å tilläggsstat 2,050 kr. samt tillsköts av en del norrländska trävarubolag ett belopp av 5,000 kr. för uppehållande av avdelningen i sin helhet jämväl för okt.—dec. månader.

Anslag å extra stat till inventarier och instrument utgick år 1918 med 1,400 kr., 1919 med 2,500 kr. samt 1921 för inventarier dels till anstalten med 1,200 kr. och dels till Siljansfors försökspark med 8,000 kr. Av det gamla inventarieanslaget återstod vid år 1918 års början 4,222: 63 kr., men var detta belopp fullständigt förbrukat vid 1919 års slut. Å extra stat år 1921 var anslaget 4,500 kr. till hantlangning vid Siljansfors parks uppmätning m. m., samt å tilläggsstat samma år 5,000 kr. till en skogsstuga å Kulbäckslidens kronopark.

Till täckande av brist för den år 1917 utgivna festskriften utgick år 1918 ett anslag å 2,792 kr. Försålda publikationer inbringade detta år 1,255: 33 kr., år 1919 357: 83 kr., år 1920 90: 32 kr. samt år 1921 105: 53 kr.

Som Kungl. Kammarrättens anmärkningsmedel ingick år 1918 8: 42 kr. samt år 1919 13: 64 kr.

Utgifterna ha under berättelseåren fördelat sig på följande sätt (frånsett anslagen till inventarier och hantlangning m. m. å extra stat samt till skogsstugan å tilläggsstat):

	År 1918	År 1919	År 1920	År 1921
Avlöningar till personalen enl. stat	68,779: 67	99,211: 59	124,921:75	157,251:23
Gemensamma utgifter.				
Lokalkostnader (hyra, städning, eldning, lyse, telefon etc.)	9,858: 24	6,522: 19	7,733: 31	7,789: 06
Skrivmaterialier	600: 84	749: 30	1,080: 25	2,454: 94
Publikationer	16,010: 38	16,511: 93	14,982: 29	27,426: 74
Tomten och diverse	318: 56	241: 35	843: 20	3,434: 79
Skogsavdelningen.				
Resor	9,388: 27	10,581: 63	14,489: 45	23,812: 60
Hantlangning och frakter	3,520: 23	3,120: 66	4,023: 18	3,813: 46
Övriga undersökningskostnader	3,925: 53	4,630: 77	5,288: 64	8,273: 94

	År 1918	År 1919	År 1920	År 1921
Naturvetenskapliga avdelningen.				
Resor	4,468: 16	4,448: 23	6,010: 21	12,058: 75
Hantlangning och frakter	1,072: 71	1,429: 61	672: 50	1,188: 50
Övriga undersökningskostnader	4,310: 83	4,479: —	6,467: 29	5,752: 75
Entomologiska avdelningen.				
Resor	2,049: 03	2,409: 30	3,177: 97	3,708: 30
Hantlangning och frakter	218: 71	102: 43	579: 75	376: 99
Övriga undersökningskostnader	432: 26	695: 07	292: 28	3,614: 71
Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland.				
Avlöningar	8,031: 78	9,300: —	9,800: —	12,268: 04
Resor	6,470: 42	6,812: 43	8,340: 67	5,760: 44
Hantlangning, stängsel och frakter	7,053: 52	5,749: 23	9,249: 35	6,153: 01
Övriga undersökningskostnader	1,530: 73	2,949: 77	3,179: 72	2,672: 86
Inventarier	513: 55	888: 57	580: 26	195: 65

Samarbete med utländska skogsförsöksanstalter. Under sommaren 1920 i samband med Svenska Skogsvårdsföreningens exkursion till norska skogar besökte de tre föreståndarna och de tre assistenterna Norges nya skogsförsöksanstalt vid Aas. Här avhölls också tillsammans med föreståndaren för danska skogsförsöksanstalten, professor A. OPPERMANN och föreståndaren för norska skogsförsöksanstalten E. ARCHER överläggning för ordnande av samarbete mellan de skandinaviska skogsförsöksanstalterna.

Under sommaren 1921 har professor SCHOTTE också besökt den nybyggda skogsförsöksanstalten vid Springforbi utanför Köpenhamn och den stora plantskolan vid Egelund.

I övrigt har det skandinaviska samarbetet vilat på grund av att föreståndarebefattningen vid den norska skogsförsöksanstalten numera är vakant.

Skogsförsöksanstaltens publikationer. Av Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt har under de senast gångna 4 åren utkommit häfte 15 för 1918 288+XXXII+IV sid., h. 16 för år 1919 206+IV sid., h. 17 för år 1920 363+IV sid. samt h. 18 för år 1921 N:o 1—9, 352+IV sid. Av Statens Skogsförsöksanstalts flygblad har under samma period utgivits N:o 10—23.

Under berättelsetiden har påbörjats en ny publikationsserie, Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare, som tryckes »som manuskript» och är avsedd att lämna preliminära uppgifter om försöksanstaltens

undersökningar i viss trakt eller i viss skog. Av denna serie har utgivits N:o 1 — 40 sid. —, N:o 2 — 62 sid. —, N:o 3 — 47 sid.

Vidare har planlagts en populär serie av försöksanstaltens meddelanden i form av resuméer, som särskilt skulle ha till syfte att ur de mera vetenskapliga utredningarna draga ut det direkt praktiskt användbara. Av denna serie »Skogliga rön» föreligger ett första häfte.

Besök av främmande skogsmän. Skogsförsöksanstalten har under de gångna fyra åren besökts av ett stort antal främlingar eller sammanlagt 126 personer, varav i det följande endast omnämnas dem som mera ingående tagit del av försöksanstaltens arbeten eller bedrivit studier härstädes. Under år 1918 besöktes Skogsförsöksanstalten av vid handelsdepartementet i Washington anställde Trade Commissioner AXEL H. OXHOLM i syfte att vid en skildring över skogsförhållandena i Sverige även redogöra för försöksanstaltens arbeten. Föreståndaren för danska statens frökontrollanstalt K. DORPH PETERSEN och professorn vid Landbohøjskolen F. KØLPIN RAVN togo också del av försöksanstaltens arbeten. Kanadensiske studeranden vid skogshögskolan H. K. WICKENDEN tog livlig del av försöksanstaltens arbeten och de holländska studerandena R. VAN DER KLIP och C. VELDHINZE utförde under cirka en månad arbeten vid anstaltens skogsavdelning. Likaledes holländarna A. C. BARTHOVEN och EINAR NATTMANN.

Under år 1919 besökte andre försöksledaren vid norska statens skogsförsöksanstalt ERLING EIDE under en resa genom Sverige en mycket stor del av skogsavdelningens försöksfält. Danska forstkandidaterna J. M. DALGAS och CARL MØLLER studerade anstaltens undersökningar så väl å institutionen som ute i skogarna.

Amerikanska studerandena vid skogshögskolan HENRY M. MELONEY och W. STUART MOIR studerade även å skogsförsöksanstalten. Professor PER TUFF och docenten ALF EGEBERG TRAAEN vid Norges Landbrukshøiskole i Aas togo del av försöksanstaltens organisation. Holländska skogsstuderandena F. STEUP och L. VON MEURS vistades även å skogsförsöksanstalten.

År 1920 besöktes skogsförsöksanstalten av bl. a. österrikiske skogsingenjören WILH. STACK, Wien, samt ett antal studerande vid Hochschule für Bodenkultur i Wien. Danske forstkandidaten AXEL S. SABROE studerade vid anstalten några dagar. Anstalten besöktes dessutom av laboratorieföreståndaren HARALD R. CHRISTIENSSEN och arkitekten HAAKON ISAACKSEN Ledaren för norska statsskogsförsöksväsendet, forstkandidat E. ARCHER deltog i skogsavdelningens arbeten ute i skogen å Jönåkers häradsallmänning samt studerade i övrigt anstaltens arbetsresultat.

Under sistförflutet år har tillströmningen av utlänningar varit ännu större. En längre tid på våren uppehöll sig en av avdelningsföreståndarna vid Japans skogsförsöksväsende, dr WATARU TERAZAKI för studier av skogsavdelningens arbeten, och han besökte även försöksytor i Bergslagen och Östergötland. Tjänstemannen vid Japans jordbruksdepartement, dr FOKUNI KABURAKI besökte ett stort antal försöksytor i mellersta Sverige, GORO HIRAGA besökte Siljansfors försökspark och professorn vid Hokkaido universitet, Sapporo, FR. KOIDE tog ingående del av anstaltens arbeten. Vidare de amerikanska studerandena HENRY VETTEL och W. K. WILLIAMS. I samband med norska skogsmäns exkursion besågos av norrmännen, ett stort antal försöksytor. Sålunda besöktes Lanforsbeståndet å Alkvettern, försöksytor å Karlskoga kyrkoherdeboställe och Bjurfors kronopark samt försöksytorna å Omberg, Visingsö, Eriksberg och Jönåkers häradsallmänning.

Professorn vid Cornell University, Ithaca, RALPH S. HOSMER besökte flera försöksytor, särskilt å Omberg och Visingsö.

Slutligen ha flera danska skogsmän, överförster E. MOLDENHAWER, k. skovrider O. FABRICIUS och H. MUNDT samt skovrider F. MUUS företagit en längre resa genom Mellansverige för att studera skogsavdelningens undersökningar å Omberg, Örebro stads skog, Karlskoga kyrkoherdeboställe, Alkvettern, Eriksberg och Jönåkers häradsallmänning.

Arbetsprogrammet för år 1918 och följande år diskuterades vid det sammanträde, som jämlikt stadgandet i § 15 av Kungl. Maj:ts instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt hölls å Skogsförsöksanstaltens lokal den 15 o. 16 april 1918.

Vid detta sammanträde närvoro styrelsens samtliga medlemmar. Som särskilda sakkunniga och representanter för den praktiska skogsvården hade av styrelsen tillkallats skogschefen ERNST ANDERSSON, överjägmästaren ADOLF WELANDER och jägmästaren FERD. LINDBERG. Vidare voro närvarande de fyra avdelningsföreståndarna vid Statens skogsförsöksanstalt och de fyra professorerna i huvudämnena vid Skogshögskolan.

Det på grund av de upprättade förslagen och den förda diskussionen av styrelsen den 16 april 1918 fastställda arbetsprogrammet återfinnes i Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt h. 15 sid., 188—191.

Experimentalfältet den 19 november 1921.

GUNNAR SCHOTTE.

II. SKOGSAVDELNINGEN.

Det för de gångna åren av styrelsen fastställda arbetsprogrammet återfinnes å sid. 188—191, h. 15 av Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt.

I den här följande berättelsen för undersökningarnas fortskridande under de senaste fyra åren följes samma rubriker som i arbetsprogrammet.

1. FÖRYNGRINGSFRÅGAN.

Fröundersökningen. Den redan av 1911 års skogsvårdsstyrelsemöte begärda utredningen angående *tidens för kottinsamlingen inflytande på fröets grobarhet och duglighet* (se sid. 125 i föregående tre-årsberättelse) har ej upptagits, då bl. a. försökanstalten ej har möjlighet att i sina fröförvaringsrum hålla konstant låg temperaturen. Begärda anslag härför ha av Kungl. Maj:t avvisats. Jag är tveksam om frågan är av den betydelse, att den fortfarande bör stå på arbetsprogrammet.

Proveniensfrågan. Omfattningen av befintliga försöksodlingar för denna frågas studerande framgår av sid. 126 i förra programmet samt av tabell 1. Under sistförflutna år har det rika ekollonåret även utnyttjats, och ekollon insamlats från 62 träd i olika delar av landet i och för sådd nästa vår i försöksanstaltens plantskolor.

Befintliga försökskulturer ha reviderats och en avhandling om tallproveniensfrågan för Norrland är under utarbetande. I det redan befintliga programmet föreslås ingen förändring. Det föreskriver att befintliga proveniensytor revideras, att nya sådana anläggas så småningom med nordsvensk tall söderut samt i samarbete med övriga skandinaviska skogsförsöksanstalter rörande bok, ek, gran och al. Vidare kunna ett par serier planteringar av tall och gran anläggas å Siljansfors försökspark 200, 300 och 400 m över havet i förening med meteorologiska stationer. —

Trädens produktion av frö i syfte att särskilt utreda den högsta ålder i skilda delar av landet, vid vilken fröträd lämpligen kunna ställas. Denna fråga upptogs som ny i förra arbetsprogrammet och från en del fröträd och unga träd i Norrbotten ha kott insamlats ett par år i rad. Undersökningen har i övrigt ej forcerats, då den väntade ungskogslagen sannolikt ej får den ordalydelse, som från början gett anledningen till undersökningen, och torde ej behöva fortsättas. En statistisk utredning om fröträdens produktion av kott under olika förhållanden och år skulle dock numera kunna utföras genom vederbörande skogsmästare å försöksparkerna.

Särskilda åtgärder för åstadkommande av naturlig föryngring. Olika hyggesserier från år 1906 i Medelpad och Jämtland har under år 1921 reviderats och en mindre uppsats härom är under utarbetande.

Den stora försökstrakten i Lanforsbeståndet å Alkvettern på 18 hektar har reviderats år 1920, och en preliminär redogörelse häröver återfinnes i Svenska Skogsvårdsföreningens exkursionsprogram 1921.

Efter rekognoscering ha reserverats för kantblädningsförsök, dels en större trakt å Siljansfors på cirka 38 hektar dels ett mindre område på cirka 8 hektar i kulturgranskog å Dalby kronopark i Skåne.

Den i arbetsprogrammet upptagna frågan om *olika beståndskanters fröproducerande förmåga och om föryngringens uppkomst i olika väderstreck av hyggeskanterna* har ej ännu medhunnits alls, då den kräver mycken rekognoscering. Något torde dock häråt kunna göras de närmaste åren, åtminstone å försöksparkerna. —

I detta sammanhang får jag föreslå, att blädningsfrågan upptages till mera ingående studium än vad hittills skett, och kunna flera sådana försök anläggas å försöksparkerna. Å Siljansfors har sålunda sistlidne höst anlagts en särskild blädningstrakt om 13,47 hektar, och i dess närhet har för jämförelse upptagits hyggen dels med röjning och dels med kvarlämnande av marbuskar. I blädningstrakten, närmast avsedd för ren blädning, i mindre grad för luckhuggning, ha anlagts 4 särskilda provytor, de två största på en hektar vardera. — Vidare har å Siljansfors reserverats ytterligare en trakt, 38,38 hektar, avsedd för ren blädning samt tvenne trakter om resp. 52,91 och 41,16 hektar för luckblädning, eventuellt även föryngring efter EBERHARDS metod. Förslag om undersökning rörande blädningsskogens sammansättning och tillväxt återfinnes i mom. 2.

Som redan antytts har skogsavdelningen upptagit *marbuskfrågan*, ehuru den ej stått på arbetsprogrammet. Å Siljansfors finnas många bestånd och föryngringstrakter, som lämpa sig härför. För att följa marbuskarnas utveckling ha vidare anlagts intressanta ytor å Hörnefors. Jag får nu föreslå att denna för det norrländska skogsbruket viktiga fråga upptages på skogsavdelningens program och ägnas största möjliga uppmärksamhet, särskilt på försöksparkerna. Även marplantor av tall å tallhedar studeras och försök utföras för martallarnas förbättring genom markberedningsförsök å Siljansfors och Svartberget.

Markberedningsförsök på ännu kvarstående men avverkningsbara tallbestånd utföras å tallhedar på försöksparkerna Siljansfors och Svartberget.

Skogsodlingsåtgärder. Skogsavdelningen och sedermera norrlandsavdelningen ha på några ställen utfört vår- och höstsådder. Det torde dock vara av intresse att göra mera systematiska och omfattande un-

dersökningar rörande *bästa sådd- och planteringstid.* Jag får därför föreslå att å försöksparkerna utföres sådder t. ex. var 14:de dag under våren och försommaren samt var 14:de dag under hösten. Särskilt höstsådderna böra noga följas för att utröna orsakerna till deras felslående.

Hyggens lämpligaste ålder vid skogsodling kan med fördel studeras på försöksparkerna genom noggranna vegetationsstudier med biträde av den för naturbeskrivningar å försöksparkerna särskilt anställda assistenten, å de hyggesplatser, som år efter år måste upptagas.

Planteringsförsök med tall och gran i olika förband. Härför har, i samarbete med revirpersonalen, såsom tabell 1 visar, tillkommit ett flertal serier. 4 av dessa ha dock ej lyckats så synnerligen väl — förbandet är för luckigt — utan de ha måst nedläggas. En god och belysande serie å Granviks kronopark har underkastats ingående revision sommaren 1921. När planteringar komma till utförande å försöksparkerna, kunna de där lämpligen utföras på olika förband, varigenom så småningom erhålles en del material för förbandsspörsmålet.

Vidare får jag föreslå, att skogsodlingsförsök utföres å avdikad mark å försöksparkerna.

Skogsodlingsförsök mot uppfrysningsfaran anlägges å lerbrännor å Svartbergets försökspark.

Undersökning av tillväxtförloppet hos trädplantorna för att belysa den lämpligaste planteringstiden torde kunna utföras av skogsmästarna å försöksparkerna.

2. Skogsbeståndens utveckling.

a. Skogarnas och skogsbeståndens produktion.

Under denna rubrik väckte jag i treårsberättelsen för åren 1915—1917 s. 130—134 förslag om inrättande av särskilda försöksparker. Den härför sedermera upprättade planen har av riksdagen godkänts och den första försöksparken vid Siljansfors har kommit till stånd under år 1921. Vidare har riksdagen redan beslutat inrättandet av försöksparkerna Kulbäcksliden—Svartberget och härför anvisat medel å såväl 1921 som 1922 års stater. Rörande det redan bedrivna arbetet å försöksparken Siljansfors samt förslag till arbeten å övriga försöksparker skall jag längre fram yttra mig under mom. 6.

Ett sammandrag över anlagda försöksytor återfinnes i tabell 1, och tabell 2 visar vilket betydande provstamsmaterial, som hopbragts.

Som närmare framgår av tabell 4 har avdelningen ett par ytor, som redan uppskattats 5 gånger, 47 ytor som uppskattats 4 gånger och 96 som behandlats 3 gånger. Materialet börjar därför nu bliva så pass gammalt och omfattande att början borde kunna göras under kommande

Tab. 1. **Sammandrag över skogsavdelningens försöksytor vid 1921 års slut.**

Ändamål (trädslag)	Ytor vid 1917 års slut			Ytor, tillkomna senaste 4 åren			Summa		
	Antal avdeln.	Areal		Antal avdeln.	Areal		Antal avdeln.	Areal	
		har	ar		har	ar		har	ar
I. *Uppskattningsytor.*									
A. Tallskogar:									
1. Nordsvensk tall	5	1	47	40	10	00	45	11	47
2. Sydsvensk tall	4	1	12	2	0	23	6	1	35
B. Granskogar	13	4	86	1	0	04	14	4	90
C. Barrblandskogar	3	1	30	4	1	68	7	2	98
D. Björkskogar	2	0	62	—	—	—	2	0	62
E. Aspskogar	3	0	55	—	—	—	3	0	55
F. Ekskogar	4	1	00	—	—	—	4	1	00
G. Bokskogar	6	1	50	—	—	—	6	1	50
H. Askskogar	—	—	—	1	0	06	1	0	06
II. *Gallringsförsök.*									
A. Tallskogar:									
1. Nordsvensk tall	51	12	15	37	10	08	88	22	23
2. Sydsvensk tall	73	16	77	9	2	65	82	19	42
B. Granskogar	85	19	65	26	5	77	111	25	42
C. Barrblandskogar	23	5	30	8	2	15	31	7	45
D. Björkskogar	26	6	71	9	1	99	35	8	60
E. Aspskogar	3	0	73	1	0	32	4	1	05
F. Ekskogar	3	0	51	12	3	82	15	4	33
G. Bokskogar	1	0	30	2	0	68	3	0	98
H. Askskogar	1	0	15	3	0	33	4	0	48
I. Alskogar	3	0	70	1	0	22	4	1	92
III. *Försök med främmande trädslag.*									
A. Uppskattningsytor i lärkbestånd:									
1. Europeisk lärk	15	2	57	—	—	—	15	2	57
2. Sibirisk »	5	0	70	—	—	—	5	0	70
B. Gallringsförsök i lärkbestånd:									
1. Europeisk lärk	26	5	54	3	0	48	29	6	02
2. Sibirisk »	12	1	61	—	—	—	12	1	61
3. Japansk »	3	0	30	—	—	—	3	0	30
C. Planteringsförsök med lärk:									
1. Västamerikansk lärk	4	0	58	—	—	—	4	0	58
2. Europeisk lärk	—	—	—	3	2	15	3	2	15
D. Gallringsförsök i silvergransbest.	2	0	66	3	0	91	5	1	57
E. Skogsodlingsförs. m. div. trädslag	42	6	01	11	0	83	53	6	84
IV. *Skogsodlingar å ljungmarker* (ej förut nämnda under III C)	60	17	89	—	—	—	60	17	89
V. *Proveniensytor.*									
A. Tall	469	24	02	—	—	—	469	24	02
B. Gran	102	4	00	6(+6)	0	48	108(+6)	4	48
VI. *Försök för naturlig föryngring å fastmark*	39	26	40	7	4	45	46	30	85
VII. *Skogsodlingar i olika förband*	42	14	90	—	—	—	42	14	90
VIII. *Sådder vid olika årstider*	36[1]	1	22	1	0	15	1	1	37
IX. *Skogsodlingar och naturl. föryngring å avdikade mossar*	25	4	20	4	1	50	29	5	70
X. *Skogsodlingsförsök och gödslingsförsök*	9	2	15	—	—	—	9	2	15
Summa	1,200	188	14	194(+6)	50	97	1,394(+6)	239[2]	11

[1] Överlåtna på Norrlandsavdelningen.

[2] Till denna areal komma kring ytorna reserverade kappor, som behandlas av försöksanstalten. De upptaga en areal av omkr. 90 hektar.

5-årsperiod med dess samarbetande till produktionstabeller. Detta gäller åtminstone nordsvensk och sydsvensk tall samt kulturgran i Södra Sverige. I detta sammanhang vill jag erinra om det av mig framlagda förslaget till anställande av en särskilt utbildad matematiker. Under sista åren har provytsmaterialet avsevärt utvidgats med ytor på svagare boniteter; ytterligare någon komplettering kan härutinnan ske å försöksparkerna, särskilt å Siljansfors och Svartberget samt i Norrbotten. — Materialet av blandskogsytor samt ek- och björkytor bör fortfarande utökas. Boken har ännu ej upptagits till behandling, och härmed torde tillsvidare fortfarande böra anstå. Några få al-, asp- och askytor ha anlagts; när tillfälle härtill erbjuder sig bör detta material ytterligare kompletteras.

I samband med föryngringsåtgärderna i blädningsskogen föreslås att blädningsskogens sammansättning och tillväxt studeras genom noggranna anteckningar, så att en bearbetning härav sedan lätt nog kan ske.

Tab. 2. **Sammandrag över antalet undersökta provstammar vid skogsavdelningens försöksytor.**

Trädslag	Åren 1902—1908 fällda provst.	Åren 1909—1911 fällda provst.	Åren 1912—1914		Åren 1915—1917		Åren 1918—1921		Summa		Summa av allt provstamsmateriel
			Stående provst.	Fällda provst.	Stående provst.	Fällda provst.	Stående provst.	Fällda provst.	Stående provst.	Fällda provst.	
Tall	2,823	320	609	1,083	1,013	3,128	3,510	6,580	5,132	13,934	19,066
Gran	856	490	265	1,652	4	3,003	578	5,214	847	11,215	12,062
Björk	169	151	40	341	91	791	—	722	121	2,174	2,295
Al	—	—	—	87	—	49	—	181	—	317	317
Asp	—	24	—	—	—	165	—	163	—	352	352
Ek	—	47	38	69	12	93	—	640	50	849	899
Bok	—	122	38	12	—	—	—	215	38	349	387
Annbok	—	14	—	—	—	—	—	—	—	14	14
Ask	—	2	—	—	—	31	—	161	—	194	194
Alm o. diverse lövträd	—	2	—	—	—	—	—	6	—	8	8
Banksianatall	—	—	—	—	—	—	—	72	—	72	72
Lärk, europeisk	6	—	—	199	464	548	—	800	464	1,553	2,017
sibirisk	—	30	—	119	104	291	—	381	104	821	925
japansk	—	—	—	—	58	34	—	140	58	174	232
västamerik.	—	—	—	—	—	—	195	—	195	—	195
Silvergran	—	—	—	44	—	—	54	174	54	218	272
Summa	3,854	1,202	980	3,606	1,746	8,133	4,337	15,449	7,063	32,244	39,307
			4,586		9,879		19,786		39,307		

Härjämte har sektionerats följande antal gallringsstammar (genom 2-metersektioner).

Åren 1912—1914	9,457	st,
» 1915—1917	11,836	»
» 1918—1921	13,056	»
Summa	34,349	st,

Beträffande bearbetningen av materialet och produktionstabellers upprättande vill jag framhålla några synpunkter. Till en början kunde det material, som förelåg vid upprättandet av MAASS' erfarenhetstabell, omräknas för de två skilda trädslagen (produktionstekniskt sett) nordsvensk och sydsvensk tall och kompletteras med senare erhållet material. — Härigenom skulle erhållas produktionstabeller för mera svagt gallrade bestånd. — Provytsmaterialet i dess nuvarande form har närmast avsetts för produktionstabeller efter »stark låggallring». Med denna beståndsbehandlingsform finnas f. n. i nordsvenska tallbestånd 41 ytor, som *efter* behandling med stark låggallring uppskattats en à två gånger. Således finnas ungefär 60 uppskattningar sedan bestånden växt några år efter att förut behandlats med denna gallringsform. — I sydsvensk tall finnes f. n. 40 ytor behandlade efter samma metod och likaledes ungefär 60 uppskattningar.

Som emellertid senaste undersökningar mera tala för de extra starka låggallringarna och ljushuggningarna, vore det önskvärt, om produktionstabeller tämligen snart även skulle kunna upprättas efter denna gallringsmetod. Materialet härför är dock ännu på länge både för litet omfattande och framförallt ha ytorna efter dessa uthuggningar fått utveckla sig för kort tid. Som närmare framgår av tabell 3 har försöksanstalten av ytor i nordsvensk tall 14 behandlade med extra stark låggallring och lika många med ljushuggning. I sydsvensk tall finnas 14 ytor med extra stark låggallring och 9 med ljushuggning. — Det är tydligt att dessa bestånd ännu ej fått de dimensioner, som de skulle nått, om de en *längre* tid behandlats med så starka huggningar.

Beträffande granen finnas 35 ytor, som behandlats efter stark låggallring och 43 efter krongallring. Flertalet av dessa förefinnas i kulturskogar i södra och mellersta Sverige. Sedan revisionen av dessa fortskridit några år, torde under kommande 5-årsperiod kunna uppställas en produktionstabell för grankulturbestånd efter stark låggallring och en annan efter krongallring.

Rörande lärken har redan lämnats en mera överslagsmässig beståndsöversikt. Sedan försöksytorna sedermera gallrats starkare, kan efter ett par genomhuggningar av alla ytorna uppställas en produktionstabell efter extra stark låggallring. —

För ett matematiskt-statistiskt sammanförande av provytsuppskattningar till produktionstabeller har vid andra skogsförsöksanstalter antingen använts ett mycket stort provytsmaterial, som insamlats under relativt kort tid, eller också ett mindre antal ytor men med desto flera uppskattningar. Den förra metoden går fortare, men är osäkrare och tämligen dyrbar. Den senare är avgjort säkrare. Men den tager längre

tid och fördelar kostnaderna på ett större antal år. Vid svenska skogsförsöksanstalten har jag tänkt mig en medelväg. Som ovan visats har ej så omfattande material kunnat anskaffas, varför man i stället måste vänta längre tid än vad mången skogsman kanske trott, innan det är skäl kosta arbete på produktionstabellernas uträknande.

Det torde i detta sammanhang vara av intresse att meddela huru stort material, som insamlats vid andra försöksanstalter och vilken tid det krävt, innan materialet ansetts moget för bearbetning. — I Schweiz påbörjades exempelvis liknande undersökningar år 1888 och publicerades härpå byggda erfarenhetstabeller efter svag gallring år 1907 eller först efter 19 år, ehuru en särskilt skogsmatematiskt tränad person varit anställd uteslutande för dessa undersökningar. Materialet omfattade för gran 127 ytor i låglandet och 88 i alptrakterna med sammanlagt 441 uppskattningar. För bok var materialet 141 ytor med sammanlagt 281 uppskattningar

I Tyskland påbörjades undersökningarna beträffande tallen 1876 och publicerades materialet av WEISE redan 1880. SCHWAPPACH utgav sin första tallproduktionstabell (svag gallring) år 1889, grundad på ett material av 127 ytor. Ny upplaga härav utkom 1896, grundad på 146 ytor med 316 uppskattningar. Först år 1908 utkom produktionstabell för tall efter stark gallring. Denna stödde sig på 144 ytor med 587 uppskattningar, varav dock kanske ej ens hälften verkligen representerade stark gallring.

I Danmark har skogsförsöksanstalten grundat goda produktionstabeller för bok på endast 11 försöksytor, vilka dock behandlats och uppskattats många gånger. De äldsta ytorna härstamma från år 1852 och publicerandet skedde 1914. Av de 11 ytorna hade

1	uppskattats	3	ggr,	
1	»	4	»	
2	»	6	»	
1	»	7	»	
5	»	8	»	
1	»	10	»	, d. v. s. sammanlagt 76 uppskattningar.

b. Beståndsvårdsåtgärder.

Gallringsfrågan har under den gångna perioden varit skogsavdelningens huvuduppgift; under denna tid ha tillkommit 112 nya ytor. I tabell 3 visas huru de olika gallringssystemen och gallringsgraderna äro representerade för olika trädslag. Vid de upprepade revisionerna har det kunnat konstateras starkare tillväxt vid de starkaste gallringarna.

Tab. 3. **Antalet ytor av olika gallringsstyrkor.**

Trädslag	Orörda och rensningsgallrade jämförelseytor	Svag låggallring (jämförelseytor)	Stark låggallring	Extra stark låggallring	Ljushuggning	Kronogallring	Frigallring	Summa
Tall, nordsvensk	11	2	41	14	14	6	1	89
» sydsvensk	6	5	40	14	9	5	—	79
Gran	13	3	35	6	—	43	3	103
Barrblandskog	—	—	1	—	—	25	3	29
Björk	1	—	23	6	5	—	—	35
Ek	—	—	5	8	2	—	—	15
Bok	—	—	—	—	—	3	—	3
Al	—	—	—	—	—	—	4	4
Asp	—	—	3	1	—	—	—	4
Ask	—	—	4	—	—	—	—	4
Europeisk lärk	1	—	22	6	1	—	—	30
Sibirisk »	—	—	14	—	—	—	—	14
Japansk »	—	—	3	—	—	—	—	3
Silvergran	—	—	2	—	—	3	—	5
Summa	32	10	193	55	31	85	11	417

Tab. 4. **Sammandrag visande antal uppskattningar av gallringsytorna.**

Trädslag	Antal ytor uppskattade					Summa ytor	Summa uppskattningar
	5 ggr	4 ggr	3 ggr	2 ggr	1 gång		
Tall, nordsvensk	—	18	29	3	39	89	204
» sydsvensk	2	11	42	19	14	79	214
Gran	—	11	19	33	40	103	207
Barrblandskog	—	2	3	16	8	29	57
Björk	—	4	2	15	14	35	72
Ek	—	—	—	3	12	15	18
Bok	—	—	—	1	2	3	4
Al	—	—	—	3	1	4	7
Asp	—	—	—	3	1	4	7
Ask	—	—	—	1	3	4	5
Europeisk lärk	—	—	—	25	5	30	55
Sibirisk »	—	1	1	10	2	14	29
Japansk »	—	—	—	3	—	3	6
Silvergran	—	—	—	2	3	5	7
Summa	2	47	96	128	144	417	892

Särskilt gäller detta norrlandstallen samt kulturgranen i södra Sverige. Nu bör man inrikta sig på förklaringen av detta problem, vilket dels kan ske genom marktemperaturobservationer å försöksparkerna och dels i samarbete med naturvetenskapliga avdelningen beträffande andra spörsmål, som sammanhänga med gallringens fysiologi.

Vidare är det av vikt att ytor med ännu starkare gallring anläggas och att detta sker redan i unga bestånd. Några nya sådana gallrings-

serier ha under perioden tillkommit. Å Siljansfors kunna flera sådana serier anläggas. Föreståndaren har också förliden sommar rekognoscerat övre Norrbotten, där ett flertal gallringsserier i tallskog föreslås att anläggas. Granmaterialet från Norrland är också alldeles för ringa. Komplettering av detta kan ske i lämpliga bestånd, varpå uppgifter införskaffats från Västernorrland och Jämtland.

I gallringsfrågan ha ännu ej publicerats några definitiva resultat. Endast som preliminära meddelanden ha offentliggjorts sifferuppgifter från ett större antal försöksytor i trenne exkursionsledare och ytterligare tre sådana äro under utarbetande. — Även i denna fråga har det ej ännu ansetts lämpligt att göra några sammanställningar över resultaten, då de ytor, som skulle jämföras, ej ännu växt så många år efter olika behandlingssätt. Bästa materialet finnes rörande norrländska tallen samt i kulturbestånd av gran. Beträffande det förra kan dock anmärkas att allt för få orörda jämförelseytor avsatts vid materialets anskaffande under första åren av försöksanstaltens arbeten. Det är nämligen möjligt, att gallringarnas goda resultat delvis kan tillskrivas gynnsam väderlek i Norrland under senaste 10 åren. Emellertid är det min avsikt att under närmaste 5-årsperiod kunna utgiva bearbetningar i gallringsfrågan åtminstone rörande nordsvensk tall och kulturgran i södra Sverige, även om dessa måste betraktas såsom preliminära meddelanden.

Då i samarbete med naturvetenskapliga avdelningen på programmet upptagas undersökningar om gallringsfrågans fysiologi, är avsikten att härigenom erhålla förklaringar över vissa fenomen och ett djupare förstående av gallringsfrågan. Dessa undersökningar måste dock kontrolleras genom den statistiska metoden, och gallringsytorna blir därför under alla förhållanden ytterst nödvändiga. De äro också ett gott demonstrationsobjekt för den praktiska skogsvården. —

Även i gallringsfrågan har vid de utländska skogsförsöksanstalterna inga bearbetningar offentliggjorts förr än ytorna behandlats ett flertal år med skilda uppskattningar. Sålunda publicerades i Schweiz en gallringsundersökning år 1903 efter 15 års undersökningar. Materialet omfattade 20 försöksserier med 52 olika ytor, som tillsammans representerade 99 uppskattningar. Materialet var dock i många avseenden svagt, då ett stort antal ytor endast uppskattats 2 ggr, och endast från en del kunde uppvisas 4 uppskattningar.

I Tyskland publicerade SCHWAPPACH år 1908 sina jämförande gallringsförsök för tall, stödjande sig på 56 ytor med 205 uppskattningar. De äldsta ytorna hade då behandlats i 32 år, flertalet i något över 20 år. —

Assistenten har påbörjat utredningar för fastställande av en skala med

vars hjälp man skulle kunna mäta gallringseffekten. Det är nämligen ej nog att kunna t. ex. konstatera ökad tillväxt vid viss gallringsstyrka, utan huvudsaken äro de dimensioner, på vilka kubikmassan fördelar sig i ena eller andra fallet. Att på ett oangripligt sätt enkelt demonstrera ändringen i dimensionsfördelningen är tämligen svårt. Bästa uttrycket för de vunna resultaten vore givetvis, om man kunde mäta de *ekonomiska* fördelarna av den ena eller andra behandligsmetoden, och härvid måste även hänsyn tagas till att avkastningen utfaller i olika stora mängder på olika tider vid olika behandling. Genom att föra noggrann ekonomisk statistik över de värden i kronor, som faktiskt producerats på de olika ytorna, synes problemet vid första påseendet lätt böra lösas. Men den metoden skulle ofta ge missvisande resultat. Dels äro posterna för små för att värdesiffrorna skola kunna få någon säkerhet och dels växla konjunkturerna, penningvärdet, vinterföret och andra klimatiska omständigheter etc. alltför mycket, för att man skall kunna våga räkna ränta på ränta på dylika siffror, som måste bli ytterst variabla. Det fordras därför att man förskaffar sig fasta skalor, som ange förhållandet mellan värdet av en kubikmeter virke inom olika dimensionsklasser för olika ålder på skog av viss kvantitet. För objektiv mätning av gallringseffekten är en dylik skala mycket nödvändig, och en hel del arbete torde böra nedläggas på dess upprättande.

3. Sjukdomar och skador på träden.

Vid undersökningarna å gallringsytorna göras alltid anteckningar om skador och sjukdomar. Sålunda har tidigare studerats snöskadornas omfattning i gallrade bestånd. Ett nytt tillfälle härtill har erbjudit sig i höst, då vid den starka oktoberstormen, åtföljd av våt snö, flera försöksytor ramponerats å kronoparkerna Lilla och Stora Svältan i Västergötland. I vad mån yngre snöböjda tallar kunna repa sig har varit föremål för en mindre undersökning av assistenten MATTSSON MÅRN.

Rötans spridning i toppbrutna granar har varit föremål för anteckningar å försöksytorna. Ett flygblad härom kommer inom kort att publicerats av föreståndaren.

Över *Peridermiums* uppträdande föres en noggrann statistik å pr(ytorna, en statistik, som med tiden kan bliva av värde.

4. Skogsträdens raser och främmande skogsträds användbarhet i landet.

Tyskt granfrö har försökts å trenne kronoparker samt i samarbete med skogspersonalen å ytterligare ett par platser. Vid senaste revisionerna har det — anmärkningsvärt nog — visat sig att mellan- och

2. *Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt.* Häft. 19.

sydeuropeiskt granfrö givit upphov till minst lika goda och kraftiga plantor som svenskt i så nordligt klimat som Jämtlands (Bispgården). Befintliga ytor revideras och skötas fortfarande, varjämte tillfälle till anläggande av ett par proveniens- och ras-ytor kan erbjuda sig å Siljansfors försökspark.

Lärk. Det befintliga fasta provytsmaterialet i olika lärkbestånd bör givetvis allt fortfarande revideras. Under berättelsetiden har insamlats lärkfrö från skilda moderträd, från såväl raka som krokiga. De härav uppdragna plantorna tyckas redan som 3-åriga visa något utslag — de krokiga träden ha givit upphov till mycket större procent krokiga och buskiga plantor än de raka. Av dessa plantor komma bestånd att anläggas både å Omberg och Siljansfors.

Silvergran. I detta trädslag har under berättelsetiden kunnat anläggas 5 nya ytor. Ytterligare några ytor i detta trädslag borde man försöka få tag uti, innan en kortare redogörelse om silvergranens växt i Sverige kan lämnas. Av intresse kan det vara att meddela, hurusom silvergranens tillväxt å Omberg mycket nära överensstämmer med vad danska skogsförsöksanstalten funnit å Bornholm.

5. Undersökningar rörande skogsmarken.

Dessa frågor falla i regel under naturvetenskapliga avdelningens undersökningsområde. Under denna rubrik har dock i programmet stått skogsavdelningens undersökningar över ljunghedarnas utbredning och produktionsmöjligheter. Att utredningen härom ej ännu publicerats, har huvudsakligen berott på att för knappa tryckningsanslag funnits tillgängliga. Först under år 1922 torde tillräckliga medel stå till försöksanstaltens förfogande, och då bör avhandlingen om ljunghedarna forceras, särskilt som under år 1921 flera ytor, som avse att belysa ljunghedarnas produktion, reviderats. En förelöpande kortfattad utredning i frågan har föreståndaren publicerat i lantbruksakademiens handlingar och tidskrift år 1921.

Vissa praktiska sidor av markundersökningarna torde särskilt kunna utföras å försöksparkerna, såsom betydelsen av risets kvarliggande å hyggen samt i gallringsytor m. m.

6. Försöksparkerna.

I det föregående har under nästan alla programpunkterna talats om försöksparkerna och vad som å dem kan utföras. Det torde dock under ovanstående rubrik vara lämpligt meddela ett och annat, som ej haft plats i det tidigare programmet.

Från maj månad 1921 tillträdde skogsförsöksanstalten sin första försökspark, Siljansfors, i Mora socken, Dalarna. Beträffande överlåtelsen av denna park är träffat följande:

Avtal.

Mellan styrelsen för Skogshögskolan och Statens skogsförsöksanstalt för statens räkning jämlikt nådigt bemyndigande av den 22 juni 1920, å ena sidan, samt Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag, här nedan kallat Bergslaget, å andra sidan, är denna dag följande avtal träffat.

§ 1.

Bergslaget upplåter på en tid av 50 år, räknat från och med 1 april 1921 till Statens skogsförsöksanstalt såsom försökspark följande skogsområden:

I *Mora socken* av Kopparbergs län:
Siljansfors bruksskog,
Utmedlands fäbodskog litt. AA,
» » » SI;

I *Sollerö socken.*
Ryssa fäbodskog litt. Fb, Fd, Fe,
Rothagens hem- och utskog litt. X vid N:a Hållen

med en sammanlagd areal produktiv skogsmark om c:a 1,245 hektar.

§ 2.

Statens skogsförsöksanstalt äger att under upplåtelsetiden ensam bestämma över tid, plats och sätt för utförande av samtliga med skogens skötsel sammanhängande arbeten samt vidtaga för försöksverksamhetens bedrivande nödiga anordningar och åtgärder.

§ 3.

Statens skogsförsöksanstalt har att under upplåtelsetiden ansvara för och bekosta skogens bevakning. Upptäckes åverkan, intrång eller olovlig jakt skall förhållandet omedelbart inberättas till Bergslagets skogsförvaltning. Statens skogsförsöksanstalts personal äger å området utöva jakt, dock ej å älg.

§ 4.

Statens skogsförsöksanstalt ikläder sig skyldighet att vidtaga alla de åtgärder som på grund av gällande eller blivande skogslagar komma att åligga Bergslaget i egenskap av de upplåtna skogarnas ägare.

§ 5.

Virkesavkastningen från de upplåtna skogarna tillfaller i sin helhet Bergslaget, Statens skogsförsöksanstalt dock obetaget att utan avgift behålla nödigt undersöknings- och museimaterial.

§ 6.

Kostnaderna för skogsbruket bestridas i den mån de orsakas av skogsskötseln såsom sådan av Bergslaget, varemot alla kostnader, som orsakas av försöksverksamheten, bestridas av Statens skogsförsöksanstalt.

Härvid bekostas alla utsyningar samt fällningar för undersökningar av Statens skogsförsöksanstalt, varemot virkets utforsling ombestyres och bekostas av Bergslaget, därest icke Statens skogsförsöksanstalt påfordrar avforsling av virket på annan tid än vad vid skogsbruk i orten är vanligt.

Kostnaderna för skogsodlingarna och föryngringsåtgärderna såsom sådana bestridas likaledes av Bergslaget, varemot det fördyrande av arbetena, som orsakas av deras egenskap av försök drabbar Statens skogsförsöksanstalt. Bergslaget skall dock icke i någon form deltaga i kostnaden för avlöning av Skogsförsöksanstaltens fasta personal.

§ 7.

Alla arbeten likvideras av den av parterna under vilkens ledning de utförts. Skulder och tillgodohavanden på grund av förestående § 6 skola ömsesidigt faktureras månadsvis.

§ 8.

Av Statens skogsförsöksanstalt utsynat eller fällt virke skall så snart ske kan anmälas till Bergslagets skogsförvaltning.

§ 9.

Statens skogsförsöksanstalt skall i fråga om dagsverkspriser samråda med Bergslagets skogsförvaltning i orten.

§ 10.

Bergslaget upplåter till Statens skogsförsöksanstalt följande utrymmen vid Siljansfors:

A) Skogsmästarebostad om tre rum och kök å nedre botten i huvudbyggnaden jämte vedbod, källare och svinhus.

B) 3 rum å övre botten i huvudbyggnaden.

C) Del i bagare- och tvättstuga samt materialbod.

D) Cirka 1 har öppen jord vid huvudgården för trädgård och plantskola.

§ 11.

Statens skogsförsöksanstalt skall erlägga till Bergslaget som hyra för i § 10 omnämnda utrymmen samt för nödig vedbrand ett belopp av 100 kr. per månad.

§ 12.

Tvister rörande tolkning och tillämpning av detta avtal må icke dragas inför domstol utan avgöras på sätt lagen om skiljemän stadgar.

Stockholm den 5 mars 1921.

Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag.
O. SÖDERBERG.

Generalkonsul Olof A. Söderbergs egenhändiga namnteckning bevittna:
I. FOUGSTEDT. O. ARDELL.

Styrelsen för Skogshögskolan och Statens skogsförsöksanstalt.
ARVID LINDMAN.

GUNNAR SCHOTTE,
föredragande.

/ *Nils Wassberg.*

Kartläggning och taxering av Siljansfors försökspark. Vid övertagandet av Siljansfors var det av vikt dels att noga utmärka gränserna på marken av det område, som skulle disponeras, dels att få en pålitlig och noggrann kartläggning av området, uppdelat på skilda beståndstyper, och dels att skaffa sig uppgift om virkesförrådets storlek, fördelning och beskaffenhet. Yttergränsernas utmärkande ombesörjdes av bolaget, de övriga förrättningarna utfördes under ledning av skogsavdelningens assistent efter gemensamt med föreståndaren uppgjord plan.

Siljansforsområdet karaktäriseras av starkt bruten terräng, varför en på vanligt sätt anordnad mätning erbjuder stora vanskligheter, enär kontrollen över de sträckmätta längderna ej blir nog effektiv. Därför introducerades för första gången i större omfattning teodolitmätning i den skogliga praktiken. Kartan upprättades i skalan 1 : 4000 och stomkartan inmättes med teodolit, varvid tvenne stora polygontåg framfördes med resp. 8 km:s och $1^1/_2$ mils omkrets, Härvid utlades sammanlagt 157 fixpunkter, mestadels borrhål i jordfasta stenar, men å myrmark träpålar med inslagen spik och på mark, där lämplig sten saknas, nedslagna järnrör. Ett linjenät med paralleller på var 200:e meter hade uppstakats, och parallellernas skärning med polygonsidorna noterades. Polygonerna jämte nämnda skärningspunkter utgjorde sålunda materialet

för stomkartan. Avfattningen verkställdes på vanligt sätt med hjälp av kompasslinjer, uppmätta med stålmåttband. — En del paralleller komma att upphuggas och bibehållas för att utgöra gränser, de övriga ha utmärkts med oljefärgsfläckar på träden, och stabila pålar äro nedslagna på var 300:e meter i och för orientering.

Taxering har utförts beståndsvis till 10 % av arealen, varvid kubikmassa och tillväxt undersökts. — Ännu återstår att utföra nivellering för att få lutningsförhållandena väl klarlagda.

Kartan har utförts med den noggrannhet som varit möjlig i den använda skalan utan att alltför små växlingar i bestånden eller marken medtagits. Sedan är avsikten att åstadkomma fasta bokföringsenheter, skilda genom fasta beståndsgränser. Då det visade sig att ett sådant arbete skulle bli ganska tidsödande och dyrbart, har jag valt att — allt efter som bestånden genomgås med huggningar och provytor anläggas — omgärda dem med fasta gränser, som ånyo uppmätas, ibland i större skala än förut. Detta arbete torde komma att kräva ungefär 6 år och under denna tid kommer sålunda huvudkartan att »hållas levande», tills gränserna därefter bli definitiva.

Förutom uppmätningen och taxeringen har å Siljansfors redan anlagts 15 serier försöksytor, se tabell 1 i 1921 års årsberättelse från avdelningen. Av särskilt intresse är här det stora blädningsförsöket å Sollerötrakten. — Av Bergslagets skogsförvaltning tidigare utlagda 5 stycken försöksytor ha inregistrerats bland försöksanstaltens ytor, sedan materialet av de tidigare uppskattningarna godhetsfullt ställts till försöksanstaltens förfogande. Vidare ha 6 fullständiga meteorologiska stationer blivit genom statens meteorologisk-hydrografiska anstalt uppsatta. En station befinner sig å det öppna gärdet vid Siljansfors 230 m över havet. Här mätes nederbörden dels dagligen dels för varje vecka för att härutinnan erhålla jämförelsetal. En station befinner sig i ett tallbestånd, en å ett hygge och en i ett granbestånd, alla i samma höjd på Leksbergets sluttning. Den sistnämnda stationen är kompletterad med en termograf även uppe uti trädkronorna. Slutligen befinner sig en station på Leksbergets högsta platå 430 m över havet och strax intill den hyggesserie i fjällartat granbestånd, som här kommer att anläggas. I samråd med docenten A. ÅNGSTRÖM har frågan om utförande av marktemperaturundersökningar diskuterats för att finna beståndsvårdsåtgärdernas inflytande på marktemperatur och vegetationsperiodens längd. Dessa undersökningar komma emellertid att kräva en dyrbar instrumentutrustning, vadan man till en början måste framgå försiktigt och blott i liten skala.

Beträffande arbetena å försöksparkerna tillåter jag mig vidare framhålla några synpunkter.

Då det rör sig om så stora arealer att varje park kan sägas bilda ett skogsbruk i smått, måste arbetet i rätt hög grad läggas efter samma riktlinjer som äro gällande för ett praktiskt skogsbruk.

En viktig sak för varje skogsförvaltning är att känna skogen väl, ej blott till ytvidd och sammansättning utan jämväl med avseende på dess produktion. En uppgift å försöksparkerna blir sålunda att upprätta lokal statistik över vad som sker på skogen och att anordna denna statistik så, att den bidrar till att alltmer klargöra produktionsförhållandena.

En lokalt utprövad kuberingstabell för tall och gran i exempelvis tre olika godhetsklasser passar väl i en dylik statistik, och utbytestablåer över vilka dimensioner, som kunna fås av olika grova träd inom dessa olika godhetsklasser, tillsammans med en lokal apteringstabell höra likasa hemma i programmet.

Slutligen torde å försöksparkerna även kunna påbörjas en del undersökningar, som närmast skulle falla under en rent skogsteknologisk avdelning och därföre närmare beröres i det särskilda förslag härom, som ingår i mom. VI av denna berättelse.

7. Fotografisamlingen.

Under den gångna fyraårsperioden har skogsavdelningens fotografisamling ökats med 353 nummer.

Den omfattar f. n. 2,419 negativ och 38 särskilt registrerade positiva bilder. Negativen äro fördelade på följande format:

8 × 8	49	st.
9 × 12	414	»
9 × 16	273	»
12 × 16½	18	»
13 × 18	1,422	»
18 × 24	28	»
24 × 30	3	»
15 × 40	212	»

8. Andra arbeten av avdelningens tjänstemän.

Enligt den stadgade föreskriften, att föreståndaren skall över undersökningarna hålla föreläsningar vid skogshögskolan, hava i regel två föreläsningar årligen blivit hållna.

Även har föreståndaren samt assistenten och förste skogsbiträdet vid skogsstatens distriktsmöten samt vid andra exkursioner i stor omfattning demonstrerat resultaten från försöksytor i skilda delar av landet.

De av kronojägarna avgivna sedvanliga rapporterna över skogsträdens frösättning ha bearbetats och publicerats av förste skogsbiträdet. —

Vid utställningen i Luleå 1921 bidrog avdelningen med material rörande gallrings- och proveniensfrågornas belysning. Avdelningens assistent var kommissarie för denna utställnings skogsavdelning.

9. Utgivna skrifter.

Uti Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt hava under 4-årsperioden från avdelningen publicerats följande uppsatser:

GUNNAR SCHOTTE: Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1917. I. Skogsavdelningen. H. 15, s. 1—7.

—— Redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. I. Gemensamma angelägenheter. H. 15, s. 117—124.
II. Skogsavdelningen. H. 15, s. 125—142.
VI. Sammanfattning. H. 15, s. 188—191. XI—XVIII.

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1918. I. Skogsavdelningen. H. 16, s. 189—194.

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1919. I. Skogsavdelningen. H. 17, s. 349—353.

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1920. I. Skogsavdelningen. H. 18, s. 329—334.

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1921. I. Skogsavdelningen. H. 18, s. 341—346.

—— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyra-årsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. I. Gemensamma angelägenheter. H. 19, s. 1—7.
II. Skogsavdelningen. H. 19, s. 8—25.
VI. Skogsteknologiska undersökningar. H. 19, s. 59—64.
VII. Sammanfattning. H. 19, s. 65—76.

—— Framställningar rörande avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. Yttranden av 25 okt. och 24 nov. 1921. H. 19, s. 77—108, 120—128.

MATTSSON, L.: Stormhärjningen i norra Dalarna hösten 1917. H. 15, s. 205—220, XXIII—XXV.

—— Märgborrens kronskadegörelse och dess inverkan på tallens tillväxt. H. 18, s. 81—101.

PETRINI, SVEN: Formpunktsmetoden och dess användning för formklassbestämning och kubering. H. 15, s. 233—273, XXIX—XXXII.

—— Om formpunktsbedömning. H. 16, s. 163—183.

—— Formhöjdstillväxten i tallbestånd inom Västerbottens län. H. 16, s. 184—188.

—— Stamformsundersökningar. En sammanfattande analys å norrländskt tallmaterial av de faktorer, som inverka på noggrannheten vid utbytestaxering. H. 18, s. 165—220.

MELLSTRÖM, GÖSTA: Skogsträdens frösättning år 1917. H. 15, s. 43—68, IV—VI.

MELLSTRÖM, GÖSTA: Skogsträdens frösättning år 1918. H. 16, s. 1—26.
—— Skogsträdens frösättning år 1919. H. 17, s. 21—48.

Vidare har från avdelningen utgått följande flygblad:

N:o 11. Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åliggande av GUNNAR SCHOTTE.
N:o 13. Trädens fruktsättning år 1918 av GÖSTA MELLSTRÖM.
N:o 18. Trädens fruktsättning år 1919 av GÖSTA MELLSTRÖM.
N:o 20. Skogsträdens fruktsättning år 1920 av GÖSTA MELLSTRÖM.

Av Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare har från avdelningen utgivits:

I. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Omberg, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. Stockholm 1920, 40 sid.
II. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. Stockholm 1921. 62 sid.
III. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE och EDVARD WIBECK. Stockholm 1921. 47 sid.

Dessutom ha avdelningens tjänstemän under fyrårsperioden publicerat följande större och mindre arbeten — notiser och litteraturreferat ej medräknade — som röra skogshushållningen eller därmed närstående frågor:

GUNNAR SCHOTTE: N. G. Sörensen. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1918, s. 196—199.
—— Gustaf Gyllenhammar. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1918, s. 331—332.
—— Hugo Samzelius. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1918, s. 663—666.
—— Ivan Svensson. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1918, s. 668—669.
—— Daniel Persson. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1918, s. 669—671.
—— Exempel på vacker återväxt i blädningslucka. Skogen 1918, s. 225—229.
—— Sveriges ungskogar i fara. Skogen 1918, s. 83—84.
—— Ernst Laurentius Andersson. Sv. Biogr. lex. Bd. I. Stockholm 1918, s. 742—745.
—— Gustaf de Broen. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1919, s. 25—28.
—— Johann Coaz. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1919, s. 123—124,
Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Stjärnfors-Ställdalens och Hällefors bolags marker. Program för Svenska Skogsvårdsföreningens 13, Exkursion. Stockholm 1919, s. 97—120.
—— Fredrik Wachtmeister. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1919. s. 217—241.
—— Förslag till utvidgning av Statens Skogsförsöksanstalt. Skogsv. tidskr. 1919, s. 249×—268×.
—— Alfred Petersson, Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1920, s. 282—284.
—— Skogsvårdsstyrelsernas verksamhet år 1918. Skogen 1920, s. 40—48.
Kurze Übersicht über die wichtigsten Kennzeichnen der verschiedenen Lärchenarten. Naturw. Zeitschr. für Forst und Landwirtschaft 1920, s. 46—51.

GUNNAR SCHOTTE: Clemens Gustaf Barthelson. Sv. Biogr. lex. Bd. II. Stockholm 1920, s. 768—770.
—— Visingsö ekplantering. Lustgården 1920, s. 31—49.
—— Lärken och silvergranen å Visingsö. Lustgården 1920, s. 50—66.
—— Mullbärsplanteringen å Visingsö. Lustgården 1920, s. 82—88.
—— En ny form av flikbladig gråal. Lustgården 1920, s. 96—101.
—— En gammal slokgransartad gran å Lidingön. Lustgården 1920, s. 160—162.
—— A. Wahlgren 60 år. Skogen 1921, s. 41—43.
—— Skogsvårdsstyrelsernas verksamhet år 1919, Skogen 1921 s. 121.
—— A. K. Myhrwold. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1921, s. 129—131.
—— F. Kølpin Ravn. Nekrolog. Skogsv. tidskr. 1921, s. 131—132.
—— Skogsvetenskap. Skogsskötsel. Vetenskaplig forskning, årsbok 1921, s. 304—317.
Bror Olof Bellander. Sv. Biogr. lex. Bd. III. Stockholm 1921, s. 94—96.
—— Några ord om skogens betydelse för Sverige. Svenska Skogsvårdsföreningens 15:de exkursion. Program. Stockholm 1921, s. 9—15.
—— Skogsförsöksanstaltens gallringsyta å Karlskoga kyrkoherdeboställes utmark. Svenska Skogsvårdsföreningens 15:de exkursion. Program. Stockholm 1921, s. 21—22.
—— Lanforsbeståndet. Svenska Skogsvårdsföreningens 15:de exkursion. Program. Stockholm 1921, s. 31—38.
—— Statens Skogsförsöksanstalts försöksyta 286 i sibiriskt lärkbestånd. Svenska Skogsvårdsföreningens 15:de exkursion. Program. Stockholm 1921, s. 97—98.
—— Kronoparken Visingsö och Visingsö ekplantering, Svenska Skogsvårdsföreningens 15:de exkursion. Program. Stockholm 1921, s. 151—183.
—— Ljunghedarnas geografiska utbredning och produktionsmöjligheter. Kungl. Lantbruksakademiens Handl. och Tidskr. 1921, s. 237—250.
—— Från skogsutställningen i Luleå. Skogen 1921, s. 268—277.
—— Våra jättetallar. Lustgården 1921, s. 44—56.
—— En plantering av ormgranar. Lustgården 1921, s. 171—173.
MATTSSON, L.: Genom Norrbottens skogar. Minnen från Svenska Skogsvårdsföreningens tolfte exkursion den 8—11 aug. 1916. Skogsv. tidskr. 1918, s. 477—516.
PETRINI, SVEN: Om trädens fördelning i mogenhetsklasser. Skogsv. tidskr. 1918, s. 316—330.
—— Tjärbränning. Skogen 1918, s. 65—74.
—— Om uppskattningen av höjdtillväxten å stående träd. Skogsv. tidskr. 1919, s. 19—24.
—— Några synpunkter på variations- och korrelationsräkningar. Genmälen. Skogsv. tidskr. 1919, s. X 237—X 243, 1920, s. X 281.
—— Något om åldersbestämning i skogsbestånd. Skogen 1919, s. 301—303.
—— Från Svenska Skogsvårdsföreningens exkursion den 31 juli till den 3 aug. 1919. Skogen 1920, s. 133—150, 216—226.
—— Ett modärnt avverkningssystem. Schirmkeilschlag contra Wagnerblädning. Skogsv. tidskr. 1921, s. 115—128.

PETRINI, SVEN: Wagnerblädningen och dess tillämpning i Schwartzwald. Intryck från en studieresa. Skogsv. tidskr. 1921, s. × 49—64 ×.
—— Skogsvetenskap. Teoretisk skogsekonomi, skogsindelning, skogsuppskattning. Vetenskaplig forskning. Årsbok. 1921, s. 320—325.
—— Skogens betydelse för Sverige. Verdandis småskrifter 245. Stockholm 1921, 44 sid.
—— Méthode du contrôle. Skogsv. tidskr. 1921, s. 249—264.
MELLSTRÖM, GÖSTA: Skogsarbetarnas löneförhållanden under åren 1913—1918. Skogen. 1919, s. 112—113.
—— Samla till vintern mesta möjliga tall- och grankott! Skogen 1921, s. 277—279.

Statens Skogsförsöksanstalt den 29 november 1921.

GUNNAR SCHOTTE.

III. NATURVETENSKAPLIGA AVDELNINGEN.

Förevarande femårsmöte, som enligt för anstalten numera gällande stadgar skulle ha hållits först på eftervintern 1923, kommer å en för naturvetenskapliga avdelningen ogynnsam tidpunkt. Stora och omfattande undersökningar hålla inom vissa områden på att avslutas, men äro icke så långt bearbetade, att man kan uttala sig om resultaten. I andra frågor hålla tjänstemännen på med att utarbeta avhandlingar för anstaltens publikationer. I såväl det ena som det andra fallet torde det ej vara skäl att föregripa resultaten, varför följande berättelse blir helt kortfattad. Med hänsyn till ämnesfördelningen följer jag i huvudsak treårsberättelsen för 1918.

1. Föryngringsfrågan.

De redan förut publicerade undersökningarna angående den betydelse, som humustäckets beskaffenhet har för föryngringen, ha sedan förra mötet fortsatts och kompletterats. I stort sett ha de förut erhållna resultaten bekräftats. I vissa fall ha dock nya synpunkter vunnits, som lämpligast sättas i samband med övriga studier över humustäcket, se kap. Undersökningar rörande skogsmarken.

En undersökning har utförts över den betydelse, som substratets mer eller mindre sura reaktion utövar på tallens och granens groning. Undersökningen har avslutats, men ännu icke hunnit publiceras. Som ett för praktiska spörsmål betydelsefullt resultat kan framhållas, att tall- och granfrön gro lika bra i sur råhumus som i mull och att humussyror ej nedsätta deras groningskraft.

De norrländska tallhedarna, som ännu erbjuda en del gåtfulla problem med hänsyn till föryngringen, böra fortfarande studeras. Tillsammans med skogsvårdsstyrelsen i Jönköpings län har avdelningen planerat en serie skogsodlingsförsök å magra hedar i närheten av Vaggeryd i norra Småland. Försöken, som skola igångsättas nästa vår, avse ej blott uppdragande av nya bestånd utan ock förbättring av marktillståndet. Föryngringsproblemet i fjällskogen torde även böra upptagas till behandling ur markbiologisk synpunkt.

2. Skogsbeståndens utveckling.

a. *Produktionsförmågan.*

Inom detta område för anstaltens undersökningar har studiet av vegetationsperiodens längd fallit på avdelningens lott. Förberedande studier utfördes sommaren 1919 och regelbundna observationer an-

ordnades följande år å sex och sommaren 1921 å nio stationer å olika delar av landet, från Skåne i söder till Lule lappmark i norr. Å varje observationsort följes genom mätning årsskottens utveckling hos 10 särskilt utvalda tallar och granar från det knopparna börja svälla på våren till dess årsskotten uppnått sin definitiva längd. Dessutom göras vanliga fenologiska iakttagelser över bladsprickning, bladfällning, blomning. Vid Hoting i norra delen av Västernorrlands län insamlas genom jägmästare RONGES välvilliga förmedling observationsmaterial för att utröna de starka gallringarnas inverkan på tallens vegetationsperiod. Detta material utgöres av i sprit konserverade, på bestämda tidpunkter tagna borrspån från särskilt utmärkta träd. Det från åren 1919 och 1920 insamlade fenologiska materialet har preliminärt bearbetats och synes lova en del intressanta resultat. Då frågan om skogsträdens förhållande till klimatet i olika delar av landet fått ny aktualitet genom försöksparkernas anläggning, vill jag föreslå att dessa undersökningar fortsättas några år framåt. Som de nu äro anordnade ta de ganska liten tid i anspråk och ställa ej heller några större anspråk på anstaltens expensmedelanslag.

b. *Beståndsvårdsåtgärder.*

Å några av skogsavdelningens gallringsytor ha förändringarna i markbetäckningen studerats efter den RAUNKIÆR-LAGERBERGSKA metoden. Det huvudsakliga arbetet har dock inriktats på att studera de starka gallringarnas inverkan på kväveomsättningen och övriga processer i humustäcket. Undersökningarna äro förnärvarande ej avslutade, varför det är för tidigt att yttra sig om resultatet.

Med den stora betydelse som gallringsfrågan alltmer får i vårt lands skogsbruk vill jag föreslå, att gallringsproblemets fysiologiska sida tages upp till behandling. Jag tänker därvid på sådana frågor som den totala assimilationsytans storlek i gallrade och ogallrade bestånd, förändringarna i ljustillgång och temperatur, trädens reaktion mot ökat ljustillträde etc. Dylika studier synas mig vara ägnade att ge ett fastare grepp på gallringsfrågan än vad som enbart kan vinnas genom statistisk behandling av provytor och kunna på ett lämpligt sätt komplettera den erfarenhet, som vunnits på dessa.

3. Sjukdomar och skador å skogsträden.

Sedan förra berättelsen avgavs, har prof. LAGERBERG publicerat sin där omnämnda studie över röta hos toppbrutna granar och dr SYLVÉN en redogörelse för knäckesjukans uppträdande i Västergötland sommaren 1917.

För övrigt har avdelningen ägnat endast föga tid åt hithörande frågor, då trädpatologien äger en representant vid skogshögskolan och övriga frågor alldeles tillräckligt tagit tjänstemännens tid i anspråk.

4. Skogsträdens raser.

De granplantor, som dragits upp ur av dr. N. SYLVÉN insamlade kottar, ha utplanterats på Österåkers kronopark och Törnby stomhemman i Stockholms revir och ha där varit föremål för tillväxtmätningar och andra studier.

Såsom i viss mån belysande villkoren för rasbildningen hos skogsträden kan omnämnas den studie, som föreståndaren utfört över trädpollenets spridning med vinden.

5. Undersökningar rörande skogsmarken.

a. *Fordmånstyper.*

Sedan förra berättelsen avgavs har docenten OLOF TAMM publicerat sin omfattande undersökning över skogsmarksbildningen i Norrland och en undersökning över berggrundens inflytande på skogsmarkens produktionsförmåga.

Enligt min uppfattning skulle dessa studier lämpligast fortsättas genom en undersökning av brunjordstypens förekomst och utbredning i södra och mellersta Sverige. Speciell uppmärksamhet skulle härvidlag ägnas åt frågan om denna typs degeneration genom felaktig beståndsbehandling eller val av olämpligt trädslag.

b. *Humusstudier.*

Frågan om humustäckets beskaffenhet hör till de fundamentala för en rationell beståndsbehandling. Åt denna sida av markforskningen ha ägnats omfattande undersökningar, sedan förra berättelsen avgavs.

Råhumusproblemet har tagits upp till en mera allsidig behandling. Härvid utföras särskilda bestämningar över markens reaktion, halt av syror och assimilerbar kalk samt kväveföreningarnas omsättning etc. Dessa undersökningar kombineras med rent skogliga frågor såsom beståndets sammansättning av olika trädslag, ålder, uppkomstsätt och behandling, risgödsling etc. Sistförflutna sommar företog föreståndaren med anslag ur fonden för skogsvetenskaplig forskning en resa i Tyskland och Tjecko-Slovakien, varunder ett större antal humusprov insamlades, detta för att kunna sätta humusstudierna i våra marker i samband med de markfrågor, som äro de mest framträdande i Mellan-Europas skogsbruk. Undersökningarna äro ännu icke avslutade, men lova att lämna intressanta och värdefulla resultat. En avhandling i ämnet torde utkomma nästa år. Studierna böra fortsättas, varvid dock resultatet av nu pågående undersökningar bör bliva bestämmande för de frågor, som skola upptagas till behandling.

c. *Markens genomluftning.*

Med för ändamålet särskilt sammanställd apparatur har assistenten L. G. ROMELL studerat luftens sammansättning i olika skogsmarker. Denna undersökning har utsträckts till de flesta, i vårt land förekommande olika marktyper. En avhandling i ämnet utkommer i början av nästa år. Som ett intressant och för de flesta oväntat resultat kan nämnas att även under ett tjockt råhumustäcke markluften är i det närmaste lika rik på syre som den atmosfäriska luften.

d. *Ljunghedar.*

Ljunghedarna ha, sedan förra berättelsen avgavs, ej varit föremål för andra studier än att assistenten ROMELL även i dylika marker utfört undersökningar över markluftens sammansättning.

e. *Skogarnas försumpning.*

Assistenten CARL MALMSTRÖM håller för närvarande på att författa en redogörelse för en mycket omfattande undersökning över hithörande frågor. Avhandlingen väntas föreligga i tryck under förra hälften av nästa år och kommer att beröra sådana frågor som försumpningens mekanik, hastighet etc. Assistenten docenten OLOF TAMM har fortsatt sina undersökningar över markprofilens förändring vid försumpning. Resultaten, som i vissa avseenden äro nya och oväntade, torde inom nästa år föreligga i tryck. Å försöksfälten vid Kulbäcksliden och Rokliden har vattnets rörelsehastighet studerats. En redogörelse för dessa undersökningar liksom för dikningens inverkan på grundvattnet i marken torde publiceras år 1923.

Sedan nämnda undersökningar publicerats, ha avdelningens studier över skogsmarkens försumpning bragts till ett preliminärt slut. De böra dock enligt min uppfattning fortsättas genom att å försöksfälten vid Kulbäcksliden och Rokliden omsättas i praktiska försök under ledning av avdelningens tjänstemän. Jag har tänkt att dylika försök redan nästa sommar skulle igångsättas å försöksfältet vid Rokliden och sommaren därpå å Kulbäcksliden.

f. *Mossmarkers omvandling till skogsmark.*

Lic. MALMSTRÖMS undersökningar över vattenförhållandena i Degerö stormyr ha givit nya synpunkter på skogsdikningstekniken. Dessa böra komma till praktisk användning å Kulbäckslidens försökspark, som synnerligen väl ägnar sig härför. Genom studier av torrläggningseffekten å sedan gammalt dikade myrar torde dikningstekniken ytterligare böra studeras.

6. Övriga arbeten av avdelningens tjänstemän.

Under den tid, som berättelsen omfattar, har föreståndaren fungerat som ordförande för skogstaxeringssakkunniga, vilket tagit hans tid rätt mycket i anspråk.

Föreståndaren har liksom förut föreläst i marklära för skogshögskolans jägmästarekurs. Assistenten i marklära med geologi har vid samma kurs skött undervisningen i geologi och ordnat Högskolans museum för geologi, mineralogi och marklära. Han har även vid jubileumsutställningen i Luleå sommaren 1921 anordnat en utställning av för Norrbotten karaktäristiska markprofiler.

Utgivna skrifter.

I skrifter, utgivna av Statens skogsförsöksanstalt, ha avdelningens tjänstemän publicerat:

Henrik Hesselman: Redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram III. Naturvetenskapliga avdelningen. H. 15, s. 143—153.
— Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt 1917. II. Naturvetenskapliga avdelningen. H. 15, s. 7—9.
— d:o d:o 1918. H. 16, s. 194—196.
— d:o d:o 1919. H. 17, s. 354—355.
— d:o d:o 1920. H. 18, s. 335—336.
— d:o d:o 1921. H. 18, s. 347.
— Redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. III. Naturvetenskapliga avdelningen. H. 19, s. 26—31.
— Iakttagelser över skogträdspollens spridningsförmåga. H. 16, s. 27—60.
— Om törskatesvampens spridning. Flygblad n:r 15.
Torsten Lagerberg (som professor vid Skogshögskolan). Snöbrott och toppröta hos granen. H. 16, s. 115—147.
Lars-Gunnar Romell. Anatomiska egendomligheter vid en naturympning av gran på tall. H. 16, s. 61—66.
Nils Sylvén: 1917 års knäckesjuka i norra Västergötland. H. 15, s. 192—204.
Olof Tamm: Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. H. 17, s. 49—300.
— Om berggrundens inflytande på skogsmarken. H. 18, s. 105—164.
— Om jordmånen i det nordsvenska barrskogsområdet. Skogliga rön. N:r 1.

Dessutom ha avdelningens tjänstemän, förutom notiser, litteraturanmälningar och dylikt, publicerat följande skrifter, berörande skogsbiologiska m. fl. frågor.

Henrik Hesselman: Ljunghedslandskapet, ett försvinnande drag i Sveriges natur. Sveriges natur 1918, s. 77—84.
— V. Th. Örtenblad in memoriam. Sv. bot. tidskrift 1918, s. 423—426.
— Naturforskningen och de skogsbiologiska problemen. Skogsvårdsför. tidskr. 1919, s. 3—11.
— Om pollenregn på havet och fjärrtransport av barrträdspollen. Geol. För. Förh. 1919, s. 89.—99.
— Skogsbruk och trävaruindustri i Ångermanland. Sv. Turistför. årsbok 1920, s. 3—27.
— En inventering av Östfold fylkes skogar i Norge. Skogen 1921, s. 44—52.
Carl Malmström: Trapa natans i Sverige. Sv. bot. tidskr. 1920, s. 39—81.
Lars-Gunnar Romell: Om stilskönhet i naturen. Nordisk tidskrift 1918, s. 355—362.
— Sammanväxning och naturympning. Skogen 1919, s. 133—141.
— Nya fyndställen för id. Skogsvårdsför. tidskr. 1919, s. 277—280.
— Något om artbildningsproblem. Skogsvårdsför. tidskr. 1920, s. 92—100.
— Sur la règle de distribution des fréquences. Sv. bot. tidskr. 1920, s. 1—20.
— Physionomistique et écologie raisonnée. Sv. bot. tidskr. 1920, s. 136—145.
— Vols as a factor in plant ecology. Sv. bot. tidskr. 1921, s. 204—213.
— Skogsbiologi. Vetenskaplig forskning. Årsbok 1921, s. 326—336.
— Parallellvorkommen gewisser Boleten und Nadelbäume. Sv. bot. tidskr. 1921, s. 204—213.
Nils Sylvén: Jämförande försök med maskin- och handplockning av skogsbär. Lantbruksak. handl. 1918, s. 62—76.
Olof Tamm: Om en recent kalktuff i Jämtland. Geol. för. förh. 1918, s. 591—600.
— Om vittringen i den norrländska skogsmarken. Geol. fören. förh. 1918, s. 450—54.
— Det kvartära lermaterialets kemiska sammansättning. Geol. fören. förh. 1919, s. 462—467.
— Geologiska och markbeskrivningar i Prngram för Svenska skogsvårdsföreningens 15:de exkursion sommaren 1921.
— Beitrag zur Diskussion über das Ziel und die Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie. Sv. Bot. tidskr. 1921, s. 243—250.

Experimentalfältet den 1 december 1921.

Henrik Hesselman.

IV. SKOGSENTOMOLOGISKA AVDELNINGEN.

I enlighet med § 18 mom. 8 i Kungl. Maj:ts den 5 mars 1915 utfärdade nådiga instruktion för Statens skogsförsöksanstalt får jag härmed avgiva följande berättelse över verksamheten vid den skogsentomologiska avdelningen.

1. Undersökningar över märgborrarna.

Dessa undersökningar äro i vissa punkter i det närmaste slutförda och resultaten ha publicerats i Meddelandena, häfte 18 n:r 1. Ännu återstå emellertid vissa frågor att lösa, först och främst den mindre märgborrens uppträdande, vilket efter allt att döma så väsentligt avviker från den större, att den ej varit tillgänglig för studium med de metoder, som hittills kommit till användning, vadan andra metoder måste tillgripas. Vidare bör inverkan av barkningsgraden på den större märgborrens förekomst på vinterhugget virke närmare utredas, varvid försöken böra utföras i olika delar av Sverige, samt under en följd av år, så att sambandet med uttorkningsgraden och de klimatiska faktorerna blir närmare klargjort. Dessa undersökningar borde i vad som rör torkningsgraden utföras i samband med den skogsteknologiska avdelningen.

Slutligen böra de igångsatta experimenten att genom stympning av tallens krona efterhärma märgborrarnas kronskadegörelse och studera dess inverkan på trädens tillväxt fortsättas.

2. Undersökningar över barkborrar.

a. *Allmänna undersökningar över barkborrarna.*

I likhet med vad som skett under föregående somrar ha alla tillfällen att utvidga och fördjupa vår kunskap om barkborrefaunan i olika delar av landet begagnats. Bl. a. ha genom särskilda försöksserier barkborrefaunan i isolerade granbestånd i Skåne studerats, varvid det bl. a. visat sig att granbarkborren därstädes är synnerligen sällsynt. Resultaten härav äro delvis publicerade i flygbladet n:r 17. Av särskilt intresse torde vara dels granbastborren och tallbastborren, vilkas skadegörelse delvis efter studier å Omberg skildrats i flygbladet n:r 19, dels den skarptandade barkborren, som dels i Småland dels i stora delar av Norrland under vissa förutsättningar, enligt vad som framgår av den senaste sommarens undersökningar, kan uppträda som primär skadegörare på ungskog.

Dessa frågor böra som hittills studeras med tillhjälp av experiment med efter olika metoder iordningställda, liggande och stående fångträd, varefter resultaten sammanställas efter den i uppsatsen om den större märgborren använda grafiska metoden.

b. *Undersökningar över granbarkborren.*

Försök över avverkningstidens, exponeringens och barkningsgradens betydelse ha fortgått under de senaste åren dels vid Grönsinka dels vid Gammelkroppa och ha under den sista sommaren utvidgats till att omfatta flera andra lokaler. Det hittills insamlade materialet har ännu ej hunnit i detalj bearbetas.

Försök med fångstträd, framställda vid olika tidpunkter och i olika bestånd utfördes året 1919—1920 vid Grönsinka och ha i år igångsatts även vid Hofors.

Undersökningar över granbarkborrens angrepp och dessas utbredning år efter år ha i sommar igångsatts vid Hofors och komma nästa sommar att fortsättas på lämpliga lokaler.

3. Undersökningar över kotteinsekter.

Dessa hava fortsatts dels genom klängning av insänt material av tallkottar dels genom undersökning av färskt material under sommarens resor. Hösten 1921 påbörjades en undersökning av denna fauna, som kottarna hysa under sommaren, genom att revirförvaltarna i en cirkulärskrivelse anmodades insända prov på synbart skadad skott. Den preliminära undersökningen av sålunda inkomna 105 kotteprov är slutförd och materialet antingen konserverat eller iordningställt för övervintring och kläckning under våren.

Med Deutsche Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung i Frankfurt a.-M., vars biologiska avdelning besöktes vid föreståndarens studieresa i aug. —sept., har överenskommits om ett samarbete rörande möjligheten att med cyanväte behandla och desinfektera angripna kottar.

4. Undersökningar av skadeinsekter på skogsträdsplantor i plantskolor.

Det enda skadedjur, vars skadegörelse kommit till min kännedom, har varit barrträdskvalstret, vars angrepp studerats dels vid Västervik dels vid Torreby i Bohuslän. I båda fallen visade sig en besprutning med svavelkalkvätska fullt effektiv (se flygblad n:r 14).

5. Undersökningar över det lägre djurlivets inflytande på markens beskaffenhet.

Till följd av bristande tid har hittills intet annat kunnat göras åt dessa frågor än en sortering av det insamlade materialet, som på våren 1922 skall bliva föremål för bearbetning. Då emellertid numera avdelningens arbetskrafter ökats med en assistent, blir det nästa år möjligt att påbörja dessa undersökningar, vilka komma att utföras i samarbete med den naturvetenskapliga avdelningen.

6. Övriga undersökningar.

I den mån tiden medgivit ha undersökningar gjorts över insektshärjningar. Sålunda studerades nunneangreppet vid Gualöv 1915—1917 och resultaten därav ha publicerats. Vidare gjordes fortsatta undersökningar över tallmätarens uppträdande dels i Sörby kronopark, dels i Västerviks stads skogar och resultaten därav ha publicerats i översikterna över skogsinsekternas skadegörelse år 1916—1917. Därjämte har under de senaste åren såväl den röda som den vanliga tallstekelns uppträdande studerats och härjningen av granspinnarestekeln i Dalby kronopark följts. Undersökningarna över tallbocken ha publicerats i ett meddelande och likaledes studierna över tallviveln i ett flygblad.

7. Nya undersökningar.

De undersökningar, som sommaren 1921 utfördes bl. a. vid Rörström över den insektfauna, som uppträder i brandskadad skog, ha givit så betydande resultat, att dylika undersökningar i olika delar av landet böra upptagas på programmet. De två huvudfrågor, som därvid skulle studeras, äro först och främst faran att brandskadad skog skall bilda härdar för större angrepp på angränsande frisk skog, och därjämte möjligheten att genom lämplig behandling av den mindre hårt — och därför användbara — skogen förebygga den tekniska skadegörelse av bl. a. långhorningar, som ofta visat sig förekomma.

Vidare har det visat sig, att vissa insekter t. ex. den mindre märgborren och den korniga granbarkborren ej låta sig studeras medels den metod med fångstträd, som hittills använts. För att komma dessas och andra arters biologi närmare in på livet m. a. o. få klarhet i vilka träd, som angripes, torde det bliva nödvändigt att i stor utsträckning använda sig av provytor, som revidera i avseende på insektsangrepp tid efter annan. Härvid skulle man i viss grad kunna betjäna sig av skogsavdelningens provytor, men det torde även bliva nödvändigt att utlägga

nya provytor för att utröna inverkan av rationella skogsbruksmetoder på insektfaunan. Möjligen skulle dylika i samarbete med skogsavdelningen kunna anordnas på försöksparkerna.

8. Andra arbeten.

Då laboratorn bestrider undervisningen i skogsentomologi för jägmästarekursen vid skogshögskolan och är föreståndare för den entomologiska avdelningen av skogshögskolans museum, har en ej obetydlig del av tjänstgöringstiden tagits i anspråk för att fullgöra dessa åligganden.

9. Utgivna skrifter.

Uti »Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt» hava under treårsperioden publicerats följande uppsatser:

Ivar Trägårdh: Skogsinsekternas skadegörelse under år 1916, H. 15, s. 69—116.
—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1917, III. Skogsentomolologiska laboratoriet, H. 15, s. 9—12.
—— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. IV. Skogsentomologiska laboratoriet, H. 15, s. 154—174.
—— Tallbocken (Monochamus sutor L). en teknisk skadegörare bland långhorningarna, H. 15, s. 221—232.
—— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under år 1918. III. Det skogsentomologiska laboratoriet, H. 16, s. 67—109.
—— Skogsinsekternas skadegörelse under år 1917, H. 16, s. 67—109.
—— Undersökningar över nunnans uppträdande i Gualöv 1915—1917, H. 17, s. 301—328.
—— Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelse och bebekämpande, H. 18 s. 1—80.
—— Översikt över skogsinsekternas skadegörelse 1918, H. 18, s. 281—314.
—— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under år 1919. III. Den skogsentomologiska avdelningen, H. 18, s. 356.
—— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under år 1920. III. Den skogsentomologiska avdelningen, H. 18, s. 337—338.
Paul Spessivtseff: Bidrag till kännedomen om splintborrarnas näringsgnag, H. 18, s. 315—326.
Som flygblad ha följande uppsatser publicerats.
Ivar Trägårdh: Översikt över skogsinsekternas skadegörelse under år 1916 (Flygblad n:r 10).
—— Tallviveln, en allmän, men i vårt land hittills föga beaktad skogsinsekt. (Flygblad n:r 12).
—— Barrträdskvalstret (Flygblad n:r 14).
—— Några allmänna men hittills föga uppmärksammade barkborrar och deras gångsystem. (Flygblad n:r 17).

Ivar Trägårdh: Tallbastborren och granbastborren, två fiender till skogskulturer. (Flygblad n:r 19).
—— Boksköldlusen (Flygblad n:r 21).
—— Den större märgborrens skadegörelse och dess bekämpande. (Flygblad n:r 22).

* * *

Dessutom ha under samma period publicerats följande uppsatser, som beröra den praktiska entomologien.

Ivar Trägårdh: On a new method of ascertaining the parasites of the respective host-insects in a mixed infestation, i Bulletin of Entomological Research vol. IX. 1918, s. 75—79.
—— On the use of experimental plots when studying forest insects. Ibidem vol. X. 1920, s. 157—160.
—— En modern metod att utrota skadeinsekter, i Vetenskapen och Livet. 1919, s. 31—38.
—— Gula feberns gåta löst. Ibidem 1920, s. 11—14.
—— Objudna gäster. Ibidem 1920, s. 144—149.
—— Den afrikanska sömnsjukan och dess bekämpande. Ibidem 1921, s. 143—146.
—— Några anteckningar om barrlössens förekomst på våra odlade barrträd. i Lustgården. Årsskrift för föreningen för dendrologi och parkvård. 1920, s. 108—118.
—— Björksplintborren och trädödaren, två fiender till våra björkdungar. Ibidem. 1921, s. 119—127.
Paul Spessivtseff. Beitrag zur Kenntniss der Borkenkäferfauna Schwedens i Entomologisk tidskrift 1921, s. 219—223.
—— Zur Biologie des Pteleobius vestitus i Entomologische Blätter 1921.

Experimentalfältet den 10 december 1921.

Ivar Trägårdh.

V. AVDELNINGEN FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRLAND.

Verksamheten vid avdelningen har under de fyra år, berättelseperioden omfattar, i all huvudsak fortgått i överensstämmelse med det 3-årsprogram, som uppgjordes i april 1918 vid senaste mötet jämlikt § 15 i stadgarna för försöksanstalten, samt i överensstämmelse med ett senare uppgjort och godkänt arbetsförslag för år 1921. För de närmare detaljerna i verksamheten under åren 1918, 1919 och 1920 har redan tidigare redogjorts i årsberättelserna för nämnda år ävensom i min skrivelse till styrelsen av den 8 september 1920, då jämväl behovet och önskvärdheten av en del kompletteringsarbeten närmare utvecklades. Till sistnämnda skrivelse, som finnes tryckt i Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1920, häft. IV, sid. 225—260, samt likaledes till min skrivelse till styrelsen av den sistlidne 24 november hänvisas, enär de i viss mån komplettera den i det följande lämnade redogörelsen, vilken måst göras förhållandevis kortfattad på grund av den knappa tid, som stått till förfogande för dess upprättande.

Med begagnande av samma rubrikindelning, som återfinnes i min skrivelse av den 8 september 1920, får jag alltså här närmare redogöra för de arbeten, som under berättelseperioden företagits inom de olika undersökningsgrupperna, samt framlägga förslag om, vad som ytterligare synes böra åtgöras för vinnande av bästa möjliga resultat.

I. Undersökning av norrlandsskogarnas fröproducerande förmåga.

a) *Tallens och granens kottsättning, frömängd, fröbeskaffenhet etc. i olika delar av Norrland.*

Frånsett de i det följande omnämnda proven för vissa speciella ändamål, ha under berättelseperioden följande antal kottprov insamlats:

Kottsäsongen	1917—1918.....	24	prov	av	tall,	48	prov	av	gran
»	1918—1919.....	49	»	»	»	5	»	»	»
»	1919—1920.....	164	»	»	»	17	»	»	»
	1920—1921.....	29	»	»	»	7	»	»	»
	1921—1922.....	—	»	»	»	169	»	»	»

Läggas härtill 97 fröprov av tall och 8 av gran från kottsäsongen 1916—1917, förfogar avdelningen nu över ett totalmaterial av 363 frö-

prov av tall, stammande från 5 olika kottsäsonger, samt 254 fröprov (respektive kottprov) av gran från 6 olika kottsäsonger. Härvid är dock att märka, att grankotten till alldeles övervägande del stammar från blott två s. k. kottår, 1917 och 1921; de återstående proven från åren 1916, 1918, 1919 och 1920 äro icke blott fåtaliga utan därtill nästan genomgående av synnerligen underhaltig beskaffenhet. Även 1917 års granfrö var till stor del mycket insektskadat. Om beskaffenheten av den i år samlade grankotten, som ännu ligger oklängd, vet man ingenting.

För den kännedom om det norrländska skogsfröets kvantitativa och kvalitativa egenskaper, förändringarna i grobarheten vid förvaring, grobarhetens beroende av produktionsortens klimat o. s. v., som undersökningarna åsyfta att vinna, torde tallfrömaterialet kunna anses tämligen tillfredsställande, granfrömaterialet däremot kan möjligen visa sig vara bristfälligt, trots den stora insamlingen i år.

Undersökningar både vid härvarande skogsförsöksanstalt samt från Norge och Finland ha visat, att tallfröet från norra delarna av Fennoskandia beträffande groningen och groddens beskaffenhet erbjuder en del väsentliga olikheter gent emot den sydsvenska tallens frö. Det är möjligt, att en fullständigare kännedom härom skulle kunna praktiskt utnyttjas. Så t. ex. förefaller det ganska sannolikt, att man skulle kunna utarbeta en metod att utröna åtminstone det nyklängda nordsvenska tallfröets användbarhet endast med tillhjälp av en mikroskopisk undersökning av grodden hos ett större antal frön. Vore detta möjligt, skulle en fröanalys, som nu kräver 1 à 2 månader, kunna utföras på några timmar. Det är icke heller alldeles uteslutet att frö, som skördats under klimatiskt ogynnsamma år eller nära trädgränsen, skulle kunna förbättras genom en konstgjord eftermognadsprocess.

Det är med dessa mål för ögonen, som jag jämsides med groningsförsök i Jacobsenska apparaten, i sandlådor och å fritt land under sista berättelseåret också påbörjat en mera omfattande anatomisk undersökning av tallfröet. Några bearbetade eller sammanställda resultat häröver föreligga givetvis icke ännu, tvärtom ha undersökningarna ifråga visat, att problemen äro mera komplicerade, än de till en början kunnat te sig. Likaså är det klart, att noggrannare och i strängare mening vetenskapliga undersökningar av detta slag skulle väsentligt underlättats, därest tillgång funnits till en groningsapparat med reglerbar temperatur och fuktighet såsom groningsskåpet »Blankenburgia». Önskvärdheten av att ett sådant skåp jämte tillbehör kunde anskaffas, framhöll jag redan i mitt förslag till arbetsprogram vid det s. k. treårsmötet 1918.

Därest försöksledaren emellertid nu med ingången av år 1922 för flera år framåt avskiljes från arbetet på försöksanstalten och alltså ej längre

får tillfälle att syssla med och leda nyssnämnda fröundersökningar, samt då desamma givetvis ej heller helt och hållet låta inställa sig på rent automatisk drift med tillhjälp av skogsbiträdet och annan arbetshjälp, ser jag intet annat val, än att man får avstå från tanken, att norrlandsavdelningen i antydda avseenden skulle kunna föra vetandet och forskningen framåt. Att döma av det intresse, varmed dessa problem omfattats både av norska och nu senast finska forskare, torde det f. ö. ej dröja alltför länge, innan från någotdera av dessa håll vidare utredningar i ämnet komma att föreligga. Försåvida försöksledaren kan tänkas bliva i tillfälle att återupptaga innearbetena redan under senare delen av år 1923, skulle jag vilja föreslå, att frömaterialet till dess bleve förvarat i lufttäta kärl för att i möjligaste mån hindra dess förändring. Möjligen skulle han i så fall kunna återupptaga de avbrutna groddundersökningarna. I själva verket gjordes redan år 1920 en del inredningar i ett av källarrummen på anstalten i syfte att åstadkomma en bättre och mera översiktlig förvaring av fröet. Meningen var att fullfölja detta arbete med att inlägga fröpartierna i lufttätt slutna glaskärl, vilka alltså skulle ersätta de fyra större plåtcisterner, som nu användas för fröets förvaring. Avknappningen på 1921 års anslag i förening med de betydande utgifter, norrlandsavdelningen haft att bära för grankottsinsamlingen i höst, har emellertid tills vidare hindrat fullföljandet av denna förändring.

Under alla omständigheter får jag föreslå, att undersökningen av de insamlade fröproven fortsättes i avsikt att vinna vissa önskvärda kvantitativa och kvalitativa sifferuppgifter. Detta arbete torde kunna utföras av skogsbiträdet med hjälp av tillfällig arbetskraft. Likaledes böra undersökningarna av groningsförmågans sammanhang med klimatfaktorerna kunna fullföljas. De sammanställningar av meteorologiska data, som bland annat erfordras härför, måste utföras på meteorologisk-hydrografiska anstalten och kunna när som hälst påbörjas, varemot den slutliga bearbetningen och hopställningen av materialet i dess helhet tydligen måste anstå, till dess försöksledaren eller hans ersättare blir i tillfälle att återupptaga innearbetet.

b) *Kottsättningens styrka hos samma trädindivid under olika år och befintligheten av en eventuell särprägel hos fröet från visst moderträd.*

Materialet för denna undersökning har utgjorts av den varje år insamlade totala kottmängden från 20 försöksträd vid Gällivare och 7 vid Bispgården, alla tallar. Under den tid undersökningen pågått, ha följande antal kottpartier insamlats:

Kottsäsongen	1916—1917	15	prov	från	Gällivare			
»	1916—1918	13	»	»	»			
»	1918—1919	17	»	»	»			
»	1919—1920	20	»	»	»	, 7	prov	från Bispgården
»	1920—1921	15	»	»	»	, 7	»	» »

Tillsammans 80 prov från Gällivare, 14 prov från Bispgården

Såsom av ovanstående tablå framgår, voro somliga av försöksträden vid Gällivare under vissa år helt och hållet i avsaknad av kott.

Även med dessa fröprov ha liknande undersökningar och groningsförsök gjorts som med fröproven under rubrik a; likaledes ha de underkastats anatomisk undersökning, avseende att utröna groddens utveckling. Några sammanställningar av resultaten utöver vad jag nämnt i min skrivelse den 8 september 1920 föreligga icke.

I sin skrivelse av den 24 oktober innevarande år föreslår professor Schotte att dessa undersökningar, med hänsyn till de långa insamlingsresorna, böra överflyttas till träd inom de blivande norrländska försöksparkerna, varest den årliga kottinsamlingen kunde verkställas genom skogsmästarens försorg. Detta förslag vill jag helt biträda beträffande försöksträden vid Gällivare. Från försöksträden vid Bispgården, varest insamlingen möjligen också skulle kunna ordnas utan skogsbiträdets närvaro, torde kanske däremot kottinsamlingen ännu böra fortgå exempelvis 3 år till, så att man också härifrån finge ett material, som åtminstone omfattade en 5-årsperiod. Med frö från de olika försöksträden vid Bispgården har tidigare en del kulturer blivit verkställda, vilket ju också i viss mån ökar intresset med just dessa träd.

Beträffande utväljandet av de nya försöksträden på försöksparkerna, föreslås att detta sker genom naturvetenskapliga avdelningen.

c) *Frågan om de gamla trädens fröbarhet.*

Materialet för undersökningar av detta slag har samlats i form av jämförande kottprov från dels gamla dels unga träd från samma ståndort. Av dylika parallellprov av dels tall- dels granfrö förfogar avdelningen nu över följande antal:

Kottsäsongen	1917—1918.....	10	prov	av	tallfrö,	8	prov	av	granfrö
»	1918—1919.....	4	»	»	»	0	»	»	»
»	1919—1920.....	18	»	»	»	0	»	»	»
	1920—1921.....	0	»	»	»	10	»	»	»

Tillsammans 32 prov av tallfrö, 18 prov av granfrö

representerande respektive 16 och 9 jämförelseserier.

Även dessa slags fröprov undersökas på samma sätt som proven under rubrikerna I a och b.

För slutsatser över fröproduktionen och fröbeskaffenheten hos skog av olika ålder torde även materialet under rubrik I a och b kunna komma till användning, enär vid insamlingen av fröproven ifråga anteckning städse gjorts över moderträdens ålder.

Beträffande förslag till eventuella vidare arbeten under denna undersökningsgrupp hänvisas till min skrivelse den 8 september 1920.

II. Försök för erhållande av naturlig föryngring.

a) *Markluckringens inflytande på utvecklingen av svagt tillväxande självsådd på tallhed.*

Hithörande försök utgöras av 3 ytor, nr 356 vid Gällivare, nr 393 vid Lycksele och nr 421 i närheten av Särna, tillsammans om 0,5999 hektar. De båda förra reviderades 1920, den sistnämnda först innevarande år. En summarisk redogörelse för revisionsresultat från ytorna nr 356 och 393 återfinnes i min skrivelse den 8 september 1920; beträffande nr 421 ha resultatet av revisionen ännu ej bearbetats.

De i nyssnämnda skrivelse återgivna förslagen anser jag fortfarande vara lämpliga. Undersökningen av revirförvaltningens markberedningsförsök å V:a Jörns revir skulle ej kräva någon särskild resa, enär den plats, där ifrågavarande försök äro belägna, i varje fall kommer att passeras på vägen till och ifrån ytkomplexet nr 368—371 och 557 å Månghörningens kronopark, vilka ytor ju allt fortfarande komma att revideras.

Beträffande de ytterligare försök — med en beräknad areal av 1,5 hektar — vartill en dylik granskning möjligen kan komma att föranleda, så håller jag det givetvis för lämpligt, därest desamma kunde förläggas till någon försökspark, dock under den självklara förutsättningen, att samtidigt härmed fordringarna på för tallheden verkligt representativa försöksfält bliva tillgodosedda.

b) *Markberedning av olika slag.*

Försöken under denna grupp äro de till arealen mest omfattande. Till de 10 ytor med en sammanlagd areal av 12,94 hektar, som utlagts före 1918, ha under berättelseperioden kommit ytterligare 10 ytor om 19,2 hektar. Inalles har norrlandsavdelningen alltså utlagt 20 markberedningsytor med en areal av 32,14 hektar.

Mellan de olika beståndstyperna fördelar sig denna totalareal sålunda:

Tallskog		Granskog			Subalpin björkskog
Lavrik	Mossrik	Svårartad råhumus	Godartad råhumus	Mullrik (= örtrik)	
13,— har	6,— har	6,54 har	3,70 har	1,90 har	1,— har
19,— har		12,14 har			

Efter markberedningen har i regel (nämligen på alla ytorna utom nr 464, som bygger på självsådd från fröträdsställuing), konstlad sådd utförts, enär endast på detta sätt denna viktiga faktor för bedömande av markberedningens effekt kunnat fullt behärskas. Med hänsyn till samtliga särskiljande faktorer: markberedningssätt, såddsätt, fröslag och beståndstyp, fördela sig de särskilda enheterna i försöken, d. v. s. försöksytornas parceller, på det sätt, som framgår av tabell I.

Redan en hastig granskning av denna tabell visar, hur få enkelförsöken av varje slag i själva verket äro. Trots den ganska betydande totala försöksarealen och det ej obetydliga antalet skilda avdelningar är varje särskilt försök blott representerat av 1, 2, 3, 4 eller allra högst 5 parceller, i genomsnitt endast av två. *Det är dock till en inbördes värdesättning av just dessa enheter, som vi till sist skulle vilja komma fram.* Att en säker sådan kunskap emellertid inte kan byggas blott och bart på ett par enkelförsök, är ju uppenbart.

Det var alltså endast det allra mest påfallande kompletteringsbehovet i nyssnämnda försökstablå, som jag i min skrivelse till styrelsen av den 8 september 1920 vågade förutsätta skulle bliva beaktat, då jag föreslog, att ytterligare markberedningsförsök om 8,5 hektar skulle anläggas, frånsett dem, som eventuella försök i fjällskogarna kunde tarva.

Av dessa 8,5 hektar försök ha under år 1921 2,2 hektar blivit anlagda, vadan alltså 6,3 skulle återstå. Dessa borde enligt mitt förmenande i främsta rummet användas till markberedningsförsök med efterföljande *tall*frösådd å råhumusrik granmark. Härvid borde särskilt den för dylika marker sannolikt mycket lämpliga Orsaplogen försökas i större omfattning. Något, som jag också anser skulle ha stort intresse att försöka och tidigare föreslagit, är försök att markbereda — exempelvis med Widéns kulturplog eller med Orsaplogen — *under ännu kvarstående avverkningsbart bestånd å tallhed* i övre Norrland för att därefter antingen så eller avvakta självsådd. Meningen vore givetvis, att någon annan kultur *efter* beståndets avverkning sedan skulle vara överflödig. För övrigt hänskjutes till mötets övervägande, huruvida ej skäl kan anses före-

Tab. 1. **Tablå över av Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelning 1916 1921 utförda markberedningsförsök, fördelade med hänsyn till markberedningssätt, efterföljande såddsätt, fröslag och beståndstyp.**

Markberedningssätt	Såddsätt	Fröslag	Antal försöksparceller i följande beståndstyper: Lavrik tallskog	Mossrik tallskog	Granskog med svår råhumus	Granskog m. godart. råhumus	Örtrik (mullrik) granskog	Subalpin björkskog	Summa parceller
Obränd, ej markberedd	Bredsådd	Tall	3	2	2	1	—	—	8
		Gran	—	—	5	2	4	—	11
» markberedd genom hackning	»	Tall	—	—	1	1	—	—	2
		Gran	—	—	2	1	2	—	5
» » med fjäderharv	»	Tall	1	—	—	—	—	—	1
		Gran	—	—	—	—	—	—	0
» » » finnplog	»	Tall	1	2	—	—	—	—	3
		Gran	—	—	1	1	1	—	3
» » » »	Radsådd	Tall	2	2	—	—	—	—	4
		Gran	—	—	1	1	—	—	2
» » » Vidéns kulturplog	»	Tall	3	2	—	—	—	2	7
		Gran	—	—	2	1	1	—	4
Bredbränd, i övrigt ej markberedd	Bredsådd	Tall	4	2	1	3	—	—	10
		Gran	—	—	4	3	3	—	10
» markberedd genom hackning	»	Tall	—	—	—	—	—	—	0
		Gran	—	—	1	1	—	—	2
» med fjäderharv	»	Tall	1	—	—	—	—	—	1
		Gran	—	—	—	—	—	—	0
» » » finnplog	»	Tall	1	—	—	—	—	—	1
		Gran	—	—	—	—	1	—	1
» » » Vidéns kulturplog	»	Tall	1	—	—	—	—	—	1
		Gran	—	—	—	—	—	—	0
» » » Orsa-plogen	»	Tall	—	—	—	1	—	—	1
		Gran	—	—	—	—	—	—	0
» » » finnplog	Radsådd	Tall	2	—	—	—	—	—	2
		Gran	—	—	—	—	—	—	0
» » » Vidéns kulturplog	»	Tall	3	2	1	—	—	—	6
		Gran	—	—	3	1	—	—	4
Summa parceller	—	—	22	12	24	17	12	2	89

ligga, att också i vissa andra avseenden komplettera försöksschemat, vars karaktär av minimiprogram väl torde klart framgå av tabell I.

c) *Fröspridningens storlek och marktäckets förändring på olika avstånd från beståndskant.*

Ytorna av detta slag äro blott två, båda anlagda under berättelseperioden. Nr 466 är belägen i tallskog i närheten av Myrheden och mäter 300 m × 300 m i fyrkant, nr 468 ligger i granskog nära Hoting och har storleken 250 m × 250 m. Den förra ytan är alltså 9,—, den senare 6,25 hektar stor och båda tillsammans 15,25 hektar.

Varje försöksyta består av ett kvadratiskt i norr—söder och öster—väster orienterat kalhygge, över vars hela yta och på ett inbördes avstånd av 10 m utlagts 1 kvm stora, med små dubbar i hörnen utmärkta rutor, på vilka varje år de genom självsådd uppkomna plantorna räknas och bortplockas. Varannan ruta är befriad från all markbetäckning, varannan har den naturliga markbetäckningen kvar. Varje år upptaxeras kottsättningens storlek på samtliga de 1,868 träden inom en 50 m bred »kappa» runt yta nr 466 och på de 3,158 träden inom en 20 m bred kappa runt yta nr 468; granskogen runt den senare är alltså mycket tätare än tallskogen runt den förra.

Såsom jag nämnt i min skrivelse av den 8 september 1920, gav revisionen av yta nr 466 år 1920 inga egentliga hållpunkter; fröfallet hade efter den ovanligt rika kottillgången hösten och vintern förut blivit alldeles för rikligt och likformigt fördelat över hela ytan.

Det är emellertid ännu för tidigt att döma över vilka resultat, som kunna framkomma ur dessa undersökningar.

Någon ytterligare anläggning av detta slag föreslås icke, endast årliga revisioner av de redan anlagda ytorna. I övrigt studeras fröspridningen jämväl annorstädes, på större förut befintliga kalhyggen.

III. Skogsodlingsförsök.

A) Å fast mark.

a) Jämförelse mellan olika såddmetoder.

Oavsett de senare omnämnda försöken för jämförelse mellan vår- och höstsådd, har norrlandsavdelningen utlagt inalles 17 ytor, avsedda att jämföra olika såddmetoder och med en sammanlagd areal av 6,08492 hektar, fördelad på följande sätt mellan de olika beståndstyperna.

Tallskog		Granskog			Subalpin
Lavrik	Mossrik	Svårartad råhumus	Godartad råhumus	Mullrik (=örtrik)	björkskog
1,1:002	0,9	1,3249	0,9	1,1	0,76
2,0:002		3,4849			

En av dessa ytor, nr. 405 om 0,16 hektar, belägen i subalpin björkskog på Skorne kronopark av Malgomajs revir, har dock på grund av sitt avskilda läge sedan ej kunnat behandlas. Vad de övriga 16 såddytorna angår, så fördela sig de 67 enkelförsöken (parcellerna) å dessa med hänsyn till markberedningssätt, fröslag och beståndstyper på det sätt, som tabell II visar.

Såsom jag redan omnämnt i min skrivelse av den 8 september 1920 och sedan utförligare behandlat i en särskild uppsats, »Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till uppfrysningsfaran», har norrlandsavdelningens såddförsök kommit mig att tvivla på, att den vanliga djupluckringen av såddrutorna verkligen är behövlig eller ens lämplig på alla marker i Norrland. Att dessa slutsatser emellertid tills vidare stödja sig på ett alltför ringa material, framgår både av här bifogade tabell II och av tabell I i nyssnämnda tryckta uppsats. Här likasom i alla andra fall, då man kommit så långt, att det gäller att draga praktiska slutsatser på grundval av norrlandsavdelningens provytsmaterial, kommer dettas karaktär av *minimiprogram* ohjälpligt i dagen.

Då den till synes så enkla frågan om luckring eller icke luckring vid rutsådd i själva verket är av mycket stor ekonomisk betydelse, efter som luckringen av såddrutorna i det närmaste fördubblar kulturkostnaden, föreslog jag, att man skulle skaffa ytterligare erfarenhetsmaterial rörande denna sak genom att i vardera av de 5 vanligaste beståndstyperna utlägga ytterligare 2 försöksytor, varav en borde behandlas och besås på våren och en på hösten. På ytorna i råhumusrik granskog borde samtidigt sås med såväl tall- som granfrö. De föreslagna kompletteringsförsöken beräknades kräva en total areal av 8,40 hektar. Av dessa kompletteringsytor ha under år 1921 redan tvenne stycken utlagts i lavrik tallskog, nämligen nr. 570 vid Storsund och nr. 571 vid Gällivare, av sammanlagt 1,0647 hektars vidd. (Den ojämna arealsiffran orsakas av tillkomsten av ett par smärre parceller, varå i våras försök gjordes med Bergmans såddstav!) Fortfarande skulle alltså återstå c:a 7,4 hektar önskvärda såddförsök, vilka borde fördela sig på mossrik tallskog och granskog av mer och mindre råhumusrik eller mullrik facies.

Tab. II. **Tablå över av Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelning 1916 1921 utförda sådder, fördelade med hänsyn till markberedningssätt, fröslag och beståndstyp.**

Markberedningssätt	Fröslag	Antal försöksparceller i följande beståndstyper						Summa parceller
		Lavrik tallskog	Mossrik tallskog	Granskog med svår råhumus	Granskog med godartad råhumus	Örtrik (mullrik) granskog	Subalpin björkskog	
Markbetäckningen avlägsnad; djupluckring i rutor	Tall	3	2	3	—	—	1	9
	Gran	—	—	4	3	3	—	10
» » utan djupluckring i rutor	Tall	3	2	2	—	—	2[3]	9
	Gran	—	—	3	5[1]	5[2]	3[4]	16
» » med Berglinds ruthacknings-maskin	Tall	1	1	—	—	—	—	2
	Gran	—	—	—	1	—	—	1
» » luckring i streck	Tall	3	2	1	—	—	1	7
	Gran	—	—	2	3	3	—	8
Rispor dragna i markbetäckningen utan vidare luckring	Tall	1	1	—	—	—	1	3
	Gran	—	—	—	2	—	—	2
Summa parceller		11	8	15	14	11	8	67

[1] Å yta 447 är 1 parcell besådd med granfrö från Frostvikens revir, 1 med granfrö från Dalarne och 1 med granfrö från Juckasjärvi revir.

[2] Å yta 403 har 1 parcell upphackats i 40 cm × 40 cm:s rutor, 1 i 60 cm × 60 cm:s rutor och 1 i 40 cm × 40 cm:s rutor, vilka sedan täckts med torrt ris.

[3] Å yta 450 är 1 parcell besådd med tallfrö från Storbackens revir och 1 med tallfrö från Ängeså revir.

[4] Å samma yta är en parcell besådd med granfrö från Juckasjärvi revir, 1 med granfrö från Västra Korpilombolo revir och en med granfrö från Burträsks revir.

Då dessa försök ju speciellt äro avsedda att studera *uppfrysningen*, vilken synes vara den faktor, som åtminstone i övre Norrland avsevärt förringar värdet av såddrutornas luckring, och då uppfrysningsfaran kan förmodas vara störst i de klimatiskt hårdare delarna av Norrland och i trakter med hög vinternederbörd, finner jag det icke vara lämpligt att dessa försök förläggas till Svartberget—Kulbäckslidens försökspark. Vida ändamålsenligare torde då exempelvis trakten av Stensele vara.

De av skogsavdelningen under åren 1912—1917 utförda *vår- och höstsådderna* på ytorna nr. 215, 216 och 233, alla belägna i mossrik barrskog å respektive Gästriklands, Bispgårdens och Selets revir, ha under berättelseperioden skötts av norrlandsavdelningen. Å nämnda fält ha sålunda under åren 1918—1921 utförts nyanläggning av 8 parceller med en sammanlagd areal av 0,3410 hektar. Samtidigt med höstsådderna ha också revisioner blivit gjorda, i regel omfattande 4 parceller på var yta.

Med innevarande års sådder ha dessa försök pågått 10 år och skulle nu enligt det ursprungliga programmet vara avslutade. Såsom något särdeles fylligt material, användbart för en allsidigare belysning av det uppställda problemet, kunna emellertid dessa sådder tydligen ej betraktas, eftersom de blott gjorts på mark och i skogstyp av tämligen enahanda beskaffenhet (mossrik barrblandskog å morän) samt med användande av samma kulturmetod, rutsådd med djupluckring. Såsom ett ytterligare och välbehövligt komplement skulle därför de förut omnämnda sådderna i olika beståndstyper tjäna, samtidigt som dessa vore avsedda att giva besked i uppfrysningsfrågan.

Att en generalisering av problemet ända där hän att omfatta *frågan om såddtiden i allmänhet* skulle kräva ytterligare systematiska försök och detta hälst på platser med de förmåner, som försöksparkerna kunna erbjuda, är självklart. När man emellertid under instundande 5-årsperiod har tillgång på dylika parker jämte däråt anställd personal, samt frågan om exempelvis fördelarna eller olägenheterna av såddtidens förlängning fram på högsommaren eller rent av eftersommaren m. fl. dylika detaljfrågor onekligen har den största betydelse ej minst för Norrland, så får jag föreslå att detta centrala skogsodlingsproblem nu tages upp i hela dess vidd.

Under antagande 1:o att såddserier anläggas på 3 olika platser, exempelvis Siljansfors, Svartberget—Kulbäcksliden och en tredje ort med ännu kortare vegetationsperiod, 2:o att kulturerna göras med $^1/_2$ månads mellanrum under 5 månader av året, samt 3:o varje parcell omfattar 300 såddrutor i 1,5 m:s kvadratförband, d. v. s. en areal av $2{,}25 \times 300$ kvm. $= 7$ (noggrannare 6,75 ar), skulle hela denna försöksgrupp årligen kräva 2,1 hektar. Fortsättas så sådderna under förslagsvis 3 år, vilket redan

bör vara tillräckligt för erhållande av värdefulla hållpunkter, skulle hela försöksgruppen kräva en total ytareal av 6,3 hektar.

För studium av både uppfrysningsfrågan och frågan om såddtiden föreslås alltså under instundande 5-årsperiod en sammanlagd kulturareal av 13,7 hektar.

b) Frågan om hyggets lämpligaste ålder vid skogskultur.

Till belysande av denna fråga, som är av största intresse för granmark med mäktigt råhumustäcke, ha 4 försöksserier utlagts, nämligen ytorna nr. 556 i Ragunda, nr. 557 i V:a Jörns, nr. 558 i Örå och nr. 559 i Tåsjö revir. Var och en av serierna är avsedd att omfatta flera bredvid varandra belägna, likartade hyggen, vilka avverkas med 2 års mellanrum, för att sedan på en gång — och alltså vid olika åldrar — kultiveras på samma sätt. Hyggena äro av olika storlek på olika ställen, minst å yta nr. 556 med endast 0,1, störst å yta nr. 558 med 1 hektar. Den totala arealen för hela försöksgruppen blir, sedan samtliga hyggena avverkats och kultiverats, 5,8940 hektar. Enligt 1918 års program borde ytterligare en serie utlagts i mossrik tallskog, men jag kan åtminstone såtillvida instämma i professor Schottes yttrande i sin skrivelse av den 24 oktober innevarande år, att denna serie kan anses mindre nödvändig än de redan utlagda. Något nyförslag under denna undersökningsgrupp har jag därför ej att göra.

Under förutsättning att de påbörjade försöken fullföljas enligt plan, vilket jag får föreslå, skulle de båda tidigast påbörjade ytorna nr. 556 och 557 under närmaste 5-årsperioden bliva färdiga för slutkultur, som skulle omfatta en areal av 0,8940 hektar.

c) Frågan om tall- och granfröets användbarhet vid förflyttning mellan olika höjdlägen.

Försöken under denna grupp, som omfattar två utlagda ytserier, nr. 449 A—D i Bispgårdens revir och nr. 567 å Tegefors aktiebolags mark vid Järpen, tillsammans om 1,1415 hektar, stå f. ö. på samma stadium, som skildrats i min skrivelse av den 8 september 1920. I höst ha emellertid grankott insamlats från alla de 4 olika nivåerna vid Järpen, 1 hl kott från vardera höjdlägena 330, 430 och 530 m ö. h. samt 0,36 hl från 630 m ö. h., varför sådd å yta nr. 567 bör kunna göras våren 1922. En del av frömaterialet torde lämpligen böra utsås i plantskola, så att man år 1924 har tillgång på 2-åriga granplantor av frön från olika höjdlägen, något som torde komma till pass för de *kulturförsök inom skyddsskogarna*, vilka då torde ha kommit igång.

Enär just nyssnämnda försök ej torde kunna undgå att bl. a. närmare sysselsätta sig med här avhandlade sida av proveniensfrågan, föreslås ej nu någon ytterligare utvidgning av programmet.

Under närmaste 5-årsperiod skulle alltså under denna försöksgrupp endast komma kultur av yta nr. 567 med 0,8 hektar.

En sak, som emellertid bör framhållas, är, att båda de hithörande ytserierna för sin slutliga tolkning kräva kännedom om temperaturen vid de olika höjdlägena. För detta ändamål ha maximi- och minimitermometrar varit utsatta i närheten av ytorna nr. 449 A—D. Det har emellertid visat sig omöjligt att få tillräckligt täta och regelbundna avläsningar från de båda översta, mera avsides belägna nivåerna. Här liksom ock vid ytorna nr. 567 A—D, vilka samtliga ligga fjärran från människoboningar, äro termografer oundgängligen erforderliga.

I samband med såddförsöken i olika höjdlägen föreslog jag i min skrivelse av den 8 september 1920, att man skulle utnyttja de utmärkta och delvis ganska stora tallfröproven från kottsäsongen 1919—1920 till att söka vinna ökad klarhet beträffande *tallens allmänna proveniensförmåga i Norrland*. Det kunde nämligen onekligen hava ett visst praktiskt intresse att veta, vilka temperaturfaktorer — årets medeltemperatur eller någon viss årstids eller månads medel- eller minimitemperatur o. d.? — som egentligen äro de avgörande härvidlag. Jag hade tänkt mig, att de härför erforderliga försöken skulle anläggas i form av smärre plantskolor, där de olika parcellerna blott skulle omfatta någon eller några kvadratmeter areal. Redan ett 20-tal dylika ytor, anlagda efter en noga genomtänkt plan, borde kunna bliva synnerligen upplysande i föreliggande fråga. Även dessa försök kunde möjligen ingå i ett blivande skyddsskogsprogram, men jag erinrar om att de fröprov, som skulle tagas i anspråk för desamma, ligga och försämras år efter år.

d) Jämförelse mellan olika planteringsmetoder.

Beträffande planteringsförsöken ha inga förändringar inträffat under loppet av år 1921, vadan den i min skrivelse av den 8 september 1920 givna framställningen fortfarande är giltig.

För hithörande försök ha utlagts 17 ytor med en areal av tillsammans 4,7179 hektar, fördelade på följande sätt mellan de vanligaste beståndstyperna:

Tallskog		Granskog		
Lavrik	Mossrik	Svårartad råhumus	Godartad råhumus	Mullrik (=örtrik)
1,1997	0,6	1,4182	0,6	0,9
1,7997		2,9182		

Tab. III. **Tablå över av Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelning 1916—1921 utförda planteringar, fördelade med hänsyn till planteringsmetod, använd fylljord, plantslag och beståndstyp,**

Planteringsmetod	Använd fylljord	Plantslag	Antal försöksparceller i följande beståndstyper					Summa parceller
			Lavrik tallskog	Mossrik tallskog	Granskog med svår råhumus	Granskog med god råhumus	Örtrik (mullrik) granskog	
Plantering i öppna gropar...	Mineraljord	Tall	3	1	2	—	2	8
		Gran	—	—	2	2	—	4
» » » » ...	Myrjordsblandad mineraljord	Tall	1	—	1	—	—	2
		Gran	—	—	—	—	—	—
» » stora spetthål...	Mineraljord	Tall	3	2	1	—	—	6
		Gran	—	—	1	2	4[1]	7
» » » » ...	Myrjordsblandad mineraljord	Tall	1	1	—	—	—	2
		Gran	—	—	—	—	—	—
» » små » ...	Mineraljord	Tall	2	1	—	—	—	3
		Gran	—	—	—	2	—	2
» » » » ...	Myrjordsblandad mineraljord	Tall	—	—	—	—	—	—
		Gran	—	—	—	—	—	—
» med kniv	Mineraljord	Tall	—	—	—	—	—	—
		Gran	—	—	—	1	—	1
» » »	Ingen	Tall	2	1	—	—	—	3
		Gran	—	—	—	1	—	1
		Summa parceller	12	6	7	8	6	39

[1] Härav 3 parceller obrända och 1 bredbränd.

På grund av brist på lämpligt plantmaterial av gran, äro emellertid ännu alltjämt 5 ytor, nämligen nr. 362, 363 B, 397, 402 och 568, helt eller delvis obehandlade, tillsammans en areal av 1,4025 hektar. För de båda nordligaste ytorna, nr. 362 och 363 B i Ängeså revir, samt den i högläge vid Järpen belägna nr. 568 torde tillräckligt och lämpligt plantmaterial kunna fås ur frö från det kottmaterial, som norrlandsavdelningen själv sistförflutna höst låtit insamla. För uppdragande av lämpligt plantmaterial för de övriga ytorna torde det ej möta någon svårighet att nästa år inköpa norrländskt granfrö, skördat under innevarande säsong. Om detta frö sås i plantskola våren 1922, skulle alltså de erforderliga kompletteringarna å planteringsfälten kunna göras år 1924 med 2-årigt plantmaterial.

Med hänsyn till planteringsmetod, fylljordens beskaffenhet, plantslag och beståndstyp fördela sig de 39 redan anlagda enkelförsöken (= parcellerna) på det sätt, som tabell III visar.

Såsom jag redan berört i en tidigare omnämnd uppsats, har det ett visst intresse att också studera, huru de olika planteringsmetoderna stå sig inför den mångenstädes i Norrland så besvärliga uppfrysningen. De kompletteringsförsök om c:a 1,1 hektar, som föreslagits utöver den redan utlagda, men oplanterade ytarealen, borde därför enligt min mening hälst förläggas till samma platser i inre eller övre Norrland, varest motsvarande såddförsök komma att bli förlagda.

Den totala kulturareal, som enligt mitt förslag skulle vara att utföra under nästa 5-årsperiod skulle alltså belöpa sig till 2,5025 hektar.

För att vinna ökad upplysning i den länge omstridda frågan, i vad mån spettplanteringen vållar en för trädens utveckling hinderlig missbildning av tallens rotsystem har norrlandsavdelningen under somrarna 1919 och 1921 undersökt ett större antal (omkr. ett 40-tal) dylika planteringar i Norrland och Dalarne. En redogörelse häröver beräknas kunna föreligga färdig vid årets slut.

e) Försök avseende att jämföra olika plantförband.

Ytor av denna kategori ha anlagts helt i överensstämmelse med 1918 års program. De uppgå till 9 stycken med en sammanlagd areal av 11,44995 hektar, fördelad på följande sätt mellan olika beståndstyper:

Tallskog		Granskog		
Lavrik	Mossrik	Svårartad råhumus	Godartad råhumus	Mullrik (= örtrik)
2,94	2,94	3,07	0,75	1,84995
5,88		5,66995		

I övrigt hänvisas till min skrivelse av den 8 september 1920. För den händelse omplantering med tall av de tynande kulturerna å ytorna nr. 371 och 399 anses önskvärd, skulle under nästa 5-årsperiod en areal av 3,07 hektar komma under behandling.

B.) Å avdikad mark.

f.) Undersökning av utsikterna för sådd och plantering å olika myrtyper efter avdikning.

Försöken under denna grupp omfatta 11 stycken ytor med numren 451—461, alla belägna å Mo och Domsjö aktiebolags marker inom Anundsjö socken i Ångermanland. De hava en sammanlagd areal av 2,5952 hektar, varav dock ännu endast 2,2272 hektar kultiverats. Liksom ifråga om vissa kulturer, omnämnda under moment II d, funnos nämligen inga lämpliga granplantor att tillgå, då ytorna i övrigt blevo kultiverade.

Huru de 168 redan utförda enkelförsöken (=parcellerna) fördela sig med hänsyn till anläggningssätt och myrtyp framgår av tabellerna IV och V.

Senare har en av ytorna, nr. 456 förstörts genom ett katastrofartat vattenflöde efter ett mycket starkt regnfall på eftersommaren 1919; denna yta som representerade typen »opåverkad Sphagnum-cuspidatum-mosse» återfinnes i tabellernas 6:te kolumn under rubriken »myrtyper».

I övrigt gives i min skrivelse av den 8 september 1920 tämligen utförligt besked om dessa försök, ävensom om utfallet av den första revisionen, 1920. Även innevarande år ha ytorna ifråga reviderats, ehuru resultaten ej ännu blivit uträknade och sammanställda.

De ännu ej behandlade planteringsavdelningarne på ytorna nr. 451—455 och 457—461, för vilkas räkning erforderligt plantmaterial bör vara att tillgå fr. o. m. år 1924, uppgå till en sammanlagd areal av 0,3480 hektar. Denna areal får jag alltså föreslå till kultivering under nästa 5-årsperiod.

Såsom jag redan föreslagit i skrivelsen den 8 september 1920, synes det vara bäst, att ytterligare försök av detta slag förläggas till de blivande försöksparkerna i Norrland. Som jag emellertid ej har nödig detaljkännedom om sankmarkerna på dessa, hänskjutes framläggandet av eventuella förslag härom särskilt till vid mötet närvarande representanter för skogs- och naturvetenskapliga avdelningarna. Möjligen vore det lämpligt att man ännu några år avvaktade utvecklingen av de redan anlagda försöken, innan några nya planläggas.

Vad angår undersökningsgruppen *kritisk granskning av i skogsbruksyfte utförda dikningar*, så hänvisas helt till mitt yttrande häröver i skrivel-

sen den 8 sept. 1920. Frånsett några fotografier och anteckningar från gamla dikningar vid Brännberg har avdelningen ej ännu haft tid och tillfälle att insamla något material till belysande av detta ämne.

Ett överslag ger vid handen att norrlandsandelningen under åren 1916—1921 utlagt 85 försöksytor, nämligen nr. 355—374, 391—421, 447—469, 555—559 och 567—572 i skogsförsöksanstaltens register med en sammanlagd areal av 81,03807 hektar. Inom förutnämnda kategorier samt på de olika marktyperna fördela sig ytorna på följande sätt:

Yt-kategori	Tallskog		Granskog			Subalpin björkskog	Myrmark	Summa areal
	Lavrik	Mossrik	Svårartad råhumus	Godartad råhumus	Mullrik (= örtrik)			
II a	0,5999	—	—	—	—	—	—	0,5999
b	13,—	6,—	6,54	3,70	1,90	1,—	—	32,14
c	9,—	—	—	6,25	—	—	—	15,25
III a	2,16472	0,9	1,3249	0,9	1,1	0,76	—	7,14962
b	—	—	4,5940	1,3	—	—	—	5,8940
c	—	0,3415	—	0,8	—	—	—	1,1415
d	1,1997	0,6	1,4182	0,6	0,9	—	—	4,7179
e	2,94	2,94	3,07	0,75	1,84995	—	—	11,54995
f	—	—	—	—	—	—	2,5952	2,5952
Summa	28,90432	10,7815	16,9471	14,30	5,74995	1,76	2,5952	81,03807
	39,68582		36,99705					

Härav äro emellertid 0,16 hektar nedlagda, 0,12 hektar redan kultiverad areal har förstörts av naturkatastrof och 8,4445 hektar äro visserligen i ett eller annat avseende förberedande behandlade, men vänta ännu på slutkultur. Endast på 2,5505 hektar står detta dröjsmål i strid med den ursprungliga planen och har orsakats av brist på lämpligt plantmaterial, på 5,8940 hektar, som tagas i anspråk av de 4 försöksserierna med hyggen i olika åldrar, kan givetvis kultur först ske, sedan sista hygget avverkats, vilket ännu ej varit fallet.

På den kartskiss som åtföljer berättelsen[1], äro norrlandsavdelningens redan behandlade ytor samt utlagda, men ej slutbehandlade ytorna betecknade med svarta rundlar. Vissa arbetsplatser, vilka i viss mån äro att jämställa med försöksytor, men som ej åsatts några nummer, nämligen dels de år efter återinventerade markgroningsförsöken dels platserna för de försöksträd, varifrån totala kottmängden årligen insamlas, äro angivna såsom tomma ringformiga rundlar. De äldre försöksytor slut

[1] Se professor Schottes yttrande av den 24 oktober 1921.

Tab. IV. **Tablå över av Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelning utförda kulturförsök med sådd å utdikad myrmark, fördelade med hänsyn till konstgödning, fylljord, trädslag och myrtyper.**

Kultursätt med hänsyn till konstgödning och fylljord	Trädslag	Antal försöksparceller i följande myrtyper: Rished å torvmark	Polytrichumhed	Påverkad Sph. vaginatum-myr	Mindre påverkad Sph. vaginatum-myr	Föga påverkad starr-mosse	Opåverk. Sph. cuspidatum (= hölje)-mosse	Opåverkad Sph. fuscum-mosse	Påverkad flarkmyr	Nyligen påverkad Sph. pallosum-mosse	Länge påverkad Sph. pallosum-mosse	Länge torrlagt och påverkat dykärr	Summa parceller
Ingen gödning; ingen fylljord	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Gran, »	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Tall, Norrbotten ..	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
	Gran, » ...	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
» fylljord av humus	Tall, Ångermanland	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1	1	6
	Gran, »	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1	1	6
	Tall, Norrbotten ...	1	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	6
	Gran, » ...	1	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	6
» » » » grus...	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Gran, »	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Tall, Norrbotten ...	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Gran, » ...	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
Konstgödning; ingen fylljord	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Gran. »	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Tall, Norrbotten ...	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
	Gran, » ...	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
» fylljord av humus	Tall, Ångermanland	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1	1	6
	Gran, »	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1	1	6
	Tall, Norrbotten ...	1	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	6
	Gran, » ...	1	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	6
» » » grus...	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Gran, »	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Tall, Norrbotten ...	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Gran, » ..	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	5
	Summa parceller	24	16	16	16	16	8	16	16	8	16	16	168

Tab. V. **Tablå över av Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelning utförda kulturförsök med plantering å utdikad myrmark, fördelade med hänsyn till konstgödning, trädslag och myrtyper.**

Kultursätt med hänsyn till konstgödning	Trädslag	Antal försöksparceller i följande myrtyper											Summa parceller
		Risheden å torvmark	Polytricum-hed	Påverkad Sph. vaginatum myr	Mindre påverkad Sph. vaginatum-myr	Föga påverkad starr-mosse	Opåverk. Sph. cuspidatum (= höljе)-mosse	Opåverkad Sph. fuscum-mosse	Påverkad flackmyr	Nyligen påverkad Sph. pallosum-mosse	Länge påverkad Sph. pallosum-mosse	Länge torrlagt och påverkat dykärr	
Ingen konstgödning	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Gran, »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	Tall, Norrbotten	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
	Gran, »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
Konstgödning	Tall, Ångermanland	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	10
	Gran, »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	Tall, Norrbotten	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	10
	Gran, »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
	Summa parceller	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	40

ligen, vilka norrlandsavdelningen fått övertaga från skogsavdelningen, äro betecknade som rundlar med horisontala tvärstreck.

Inberäknat 3,4445 av nyssnämnda 8,4445 hektar utlagda, men ej slutkultiverade försöksytor, uppgår den areal, som jag under instundande 5-årsperiod föreslagit till kultivering till 26,0345 hektar, fördelade på följande sätt mellan ytor av de förutnämnda kategorierna:

II a	b	c	III a	b	c	d	e	f
1,5	6,3	—	13,7	0,8940	0,8	2,5025	—	0,3480

Häri ingå dock ej de såddsängar för markgroningsförsök, vilka allt fortfarande behöva anläggas i samband med fröundersökningarna, eller de proveniensförsök, vars önskvärdhet jag framhållit vid redogörelsen för moment II c.

Revisionsarbetet har, vad angår ytserierna nr 215, 216 och 233, fortgått alltsedan år 1918, då denna serie övertogs från skogsavdelningen; i stort sett började emellertid detta arbete först med år 1920. Under nämnda år reviderades sålunda 64 ytor med 598 parceller och en total areal av 50,9245 hektar, år 1921 35 ytor med 313 parceller om 26,3998 hektar. Under närmaste framtiden böra flertalet av ytorna revideras vart annat år, somliga måste revideras varje år, däribland de stora och tidödande nr 466 och 468. Den totala revisionsarealen kommer sålunda att årligen uppgå till närmare 45 hektar.

Av mera betydande nyanskaffningar av inventarier under berättelseperioden märkas tvenne stora cisterner (format 2,7 × 0,7 × 0,2 kbm) till Jacobsenska groningsapparater jämte tillbehör.

Under de fyra år, berättelseperioden omfattar, ha 2,899 avgående och 1,672 inkommande skrivelser och försändelser diarieförts.

Fotografisamlingen har under samma tid ökats med 186 plåtar och omfattar nu 258 sådana, alla i formatet 13 cm × 18 cm. Dessutom förfogar avdelningen över 48 diapositiv för skioptikon i formatet 8 cm × 8 cm, vilka kommit till användning såväl vid de kurser, som Sveriges Skogsägareförbund anordnade i november 1920, som ock vid dem, vilka under innevarande år anordnats för äldre skogsstatstjänstemän. Vid båda dessa kurser medverkade nämligen försöksledaren med tvenne föredrag å vardera.

Försöksledaren har under berättelseperioden publicerat följande uppsatser av skogligt innehåll:

A) I Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, h. 15—19, eller såsom dess flygblad eller exkursionsledare;
Widéns kulturplog, H. 15, sid. 17—42.

Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1917. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, H. 15, sid. 12—16.
Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. V. Avdelningens för föryngringsförsök i Norrland verksamhet åren 1916 och 1917 jämte arbetsförslag för 3-årsperioden 1918—1920, H. 15, sid. 175—188.
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1918. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, H. 16, sid. 198—206.
Om tall- och granfrö från Norrland. (Flygblad nr 16.) sid. 1—12.
Det norrländska tallfröets grobarhet, H. 17, sid. 1—20.
Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till upplysningsfaran i Norrland, H. 17, sid. 329—347.
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1919. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, H. 17, sid. 357—363.
Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten. (Tillsammans med G. SCHOTTE.) 47 sid.
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1920. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, H. 18, sid. 339—340.
Några nya skogsodlingsredskap. (Flygblad nr 23.)
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1921. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, H. 18, s. 350—352 samt
Redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. H. 19, sid. 38—59.

B) I tidskriften Skogen, 1918—1921:

Berglinds ruthackningsmaskin, 1918, sid. 299—304.
Tjädern och tallskogen, 1919, sid. 26—27.
Lindbergs kotträfsa, 1920, sid. 91—92.
Samla i vinter mesta möjliga tallkott i övre Norrland, 1920, sid. 95—96.
Kottklängning i bärtorkerierna, 1921, sid. 1—8.

C) I tidskriften Skogsvännen, 1918:

Till några bilder från Fiskåvattnet i norra Jämtlands skyddsskogsområde, sid. 99—117.

D) I diverse tidskrifter:

Carl Anders Johan Rothman, nekrolog i Skogsvårdsfören. Tidskrift 1918, sid. 263—264.
Oscar Adolf Beer, nekrolog i Skogsvårdsfören. Tidskrift 1919, sid. 317—322.
Fredrik Cl:son Wachtmeister, nekrolog i Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskrift 1919, sid. 193—197.

Angående fortsättningen av norrlandsavdelningens verksamhet under kommande 5-årsperiod gäller i allt väsentligt, vad jag häröver yttrat i min skrivelse av den 8 september 1920. Ett avbrott i verksamheten av den beskaffenhet, som försöksledarens avskiljande från pågående arbeten och utredningar under större delen av året för en kortare eller längre tidsperiod framåt innebär, måste tyvärr medföra en väsentlig minskning av möjligheten att avvinna undersökningarna de bästa möjliga resultaten.

Skola sådana rön, som verkligen föra vårt vetande framåt, vinnas, må man ej inbilla sig, att det är tillräckligt att följa ett på förhand uppgjort minimischema för försöken. Brister och luckor i försöksmaterialet yppa sig oftast först, då man under en verklig bearbetning av detsamma går frågorna närmare inpå livet. Man måste ha tillfälle och tid att även mellan och efter revisionerna undan för undan göra sammanställningar och bearbetningar av revisionsmaterialet samt sedan på fältet pröva sig fram och komplettera i de stycken, som befunnits dunkla eller motsägande. Givetvis behöver försöksledaren också hela tiden hålla sig au jour med vad som på annat håll göres och skrives på hans studiefält. Icke heller en plan, sådan som den nyss framlagda — helst om den skall gälla för hela 5 år framåt —, får därför betraktas som ett i minsta detalj bindande schema och med absolut garanti på tillräcklighet. Jag erinrar i denna punkt om dåvarande jordbruksministerns synnerligen vidsynta yttrande över de planerade specialundersökningarna i regeringspropositionen till 1916 års riksdag.

Vad Norrlandsavdelningens fröundersökningar angår, tvekar jag ej att påstå, att desamma löpa risk att till en del spolieras genom att försöksledaren vid denna tidpunkt nödgas lämna dem. Det värdefulla och omfattande fröprovmaterial, som efter hand hopbragts — vad tallen angår det bästa stammande från kottsäsongen 1919—1920 och vad granen angår det enda betydande och sannolikt också det bästa först inkommet i höst och ännu oklängt — kommer på detta sätt icke att kunna utnyttjas, som sig bort.

Att avdelningens arbeten jämväl krävt och kräva en ej obetydlig skriftväxling med skogsstatspersonalen m. fl. utomstående, framgår av förut lämnade uppgifter om avgångna och inkomna skrivelser och försändelser och kunde lätt ytterligare exemplifieras med tillhjälp av diarier och konceptböcker.

På grund av vad jag här liksom ock i min skrivelse till styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt av den 24 sistlidne november anfört, får jag tillstyrka, att anstalt träffas, att försöksledaren, så snart möjligt är, sättes i tillfälle att under kontinuerliga förordnanden återupptaga norrlandsavdelningens arbeten, vilka sedan böra fortgå med fulltalig personal, tills de äro slutförda.

Skogsförsöksanstalten, Experimentalfältet den 1 december 1921.

EDVARD WIBECK.

VI. SKOGSTEKNOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR.

Redan år 1913 var på tal inrättandet av en fysisk-teknisk avdelning vid skogsförsöksanstalten och styrelsen avgav då ett underdånigt förslag i ärendet. De ämnesuppgifter, som styrelsen då ansåg böra falla på en sådan avdelning återfinnas i »Förslag till utvidgning av Statens skogsförsöksanstalt», Skogsv. tidskr. 1919, s. ×265—×266.

Härefter upptogs ärendet av Sveriges skogsägareförbund, som i skrivelse till styrelsen den 7 december 1918 framhöll behovet av skogsteknologiska undersökningar. Vid 1919 års skogsvecka uttalade sig också Svenska Skogsvårdsföreningen enhälligt för att »Statens Skogsförsöksanstalt måtte beredas tillfälle att bland sina arbetsuppgifter även upptaga de tekniska frågorna om virket och dess behandling m. m.» . . . I juli 1919 utarbetades av särskilda kommitterade förslag till en skogsteknologisk avdelning, se sid. ×265—268× Skogsv. tidskr. 1919.

I nytt yttrande häröver den 1 okt. 1919 anför styrelsen: »Med lösningen av frågan om inrättande av en skogsteknisk avdelning torde däremot böra för närvarande anstå. Styrelsen har icke ansett lämpligt att under nu rådande höga pris på byggnadsmaterial ifrågasätta ett omedelbart genomförande av ett förslag, som, såvitt styrelsen i frågans nuvarande läge kan bedöma, skulle göra nybyggnad vid försöksanstalten nödvändig. Även om, som professor Schotte framhållit, med byggnadsarbetets igångsättande kunde anstå ännu något år, finner styrelsen, särskilt med hänsyn till nödvändigheten att iakttaga största möjliga sparsamhet ifråga om nya statsanslag, tidpunkten icke lämplig för den utvidgning av försöksanstaltens verksamhet, som förslaget innebär. Styrelsen vill därjämte framhålla, att svårigheter torde möta att få den nya föreståndarebefattningen besatt med en för densamma fullt kvalificerad person.»

Nu har emellertid tillkommit ett nytt uppslag, varigenom lokalfrågan skulle kunna tillsvidare lösas utan några särskilda kostnader för statsverket. Statens proningsanstalt har nämligen genom skrivelse den 16 nov. (bil. 1) erbjudit i viss utsträckning nödiga lokalutrymmen och teknisk utrustning inom sina nybyggda och rymliga lokaler. Det torde böra erinras om, att åt sydost är provningsanstalten den närmaste grannen till skogshögskolan och statens skogsförsöksanstalt. Den eventuella svårigheten att f. n. ej finnes kompetent person, som vore villig åtaga sig en föreståndarebefattning vid en teknologisk avdelning, kunde till en början lösas på så sätt, att man för arbetena anställde en assistent och att någon skogsteknisk specialist uppbure något mindre arvode för ledandet och plan-

läggandet av arbeten i samråd med tjänstemän vid statens provningsanstalt, skogsförsöksanstalten och skogshögskolan. Kostnaderna för en eventuell teknisk avdelning, som några år i början böra bestridas genom extra anslag, böra föras på skogsförsöksanstaltens stat. Härför talar det nära samarbetet, som är nödvändigt mellan en skogsteknologisk avdelning och de övriga avdelningarna vid försöksanstalten vid planläggning av arbetena och vid tagande av virkesprov m. m. Vidare torde en hel del lagringsförsök i skogen och flottningsförsök kunna ske å försöksparkerna, vilket också talar för att en skogsteknologisk avdelning är knuten till skogsförsöksanstalten. Men genom att lokaler nu tillsvidare och sannolikt en lång tid framåt kunna erhållas å provningsanstalten, knytes ett mycket önskvärt samarbete mellan denna institution, särskilt dess byggnadstekniska avdelning, och de skogsvetenskapliga institutionerna vid Experimentalfältet. Den nuvarande depressionen synes snarare tala för än emot att dessa undersökningar forceras. Dels torde det nu vara lättare än under högkonjunktur att vid undersökningarna binda relativt kompetenta personer, och dels gäller det i dessa tider att just koncentrera sig på sådana undersökningar, som få omedelbar direkt praktisk betydelse för skogsprodukternas tillgodogörande och för exporten.

Beträffande den tänkta avdelningens arbetsuppgift torde i första hand få hänvisas till den av de sakkunniga gjorda utredningen av den 30 juli 1919. Jag har i övrigt samrått i frågan med professor G. LUNDBERG vid skogshögskolan samt avdelningsföreståndaren vid provningsanstalten, ingenjör R. R:SON SCHLYTER. Med anledning härav får jag ytterligare framhålla följande.

Det föreslagna samarbetet, där den teknologiska forskningsavdelningen skulle bliva en föreningslänk, mellan skogsförsöksanstalten, skogshögskolan och provningsanstalten, skulle komma att i hög grad gagna de tre institutionerna.

Betrakta vi då först undersökningar inom det *rena skogsforskningsområdet* (*skogsförsöksanstaltens intressesfär*) så bör framhållas, att vi för närvarande veta så ofantligt litet om de svenska trädslagens värde (skogsteknologiskt sett), deras hållfasthet under skilda förhållanden, deras bränslevärde och huru jordmånen, exponering, friställning och klimat inverkar härpå. Det tarvas ovillkorligen systematiska undersökningar för att klarlägga huru olika ståndortsfaktorer påverka virkesbeskaffenheten.

En viktig fråga i detta sammanhag är att belysa varföre svenskt virke (såsom t. ex. ek och bok) i många fall anses (med rätt eller orätt) mindre värdefullt än utländsk vara. Det är möjligt, att här endast föreligger en fördom, men det är också möjligt att det är den bättre beståndsvården t. ex. i de danska skogar, som gör danskt lövträdsvirke bättre än svenskt.

För bränslefrågans lösning gäller det bl. a. att undersöka specifika vikten hos våra inhemska trädslag och dess variation inom skilda stamdelar och vid olika ståndort, breddgrad m. m. Vikten är ju den faktor, som ligger till grund för bedömandet av flertalet virkesslags tekniska värde. Vidare må erinras om betydelsen av att studera virkets flytbarhet och dess beskaffenhet efter olika lagring etc.

Den skogsteknologiska avdelningen skulle slutligen vara övriga avdelningar vid försöksanstalten till hjälp vid utredningar om skador av allehanda slag samt vid bedömandet av olika trädarters och rasers värde och härigenom lämna upplysningar, som även kunna tänkas ej minst influera på beståndsvården. Hit hör t. ex. bland annat ett sådant spörsmål som om vissa trädslag böra föryngras under skärm, under överskuggning eller i fritt solljus. I Danmark har exempelvis i år uppstått en särskild skola, som avgjort pläderar för skogens uppdragande under sidobeskuggning för att öka virkeskvaliteten.

För *skogshögskolan* skulle en skogsteknisk avdelning bl. annat medföra den stora fördelen, att dess ledare kunde hålla föreläsningar för eleverna om de gjorda rönen och undersökningarna. Att däremot ålägga de teknologiska undersökningarnas ledare för mycken föreläsningsverksamhet kanske ej är så lämpligt, då undersökningsuppgifterna med tiden nog bli synnerligen krävande.

Då undersökningar om virkets tekniska egenskaper äro av den beskaffenhet, att de kunna ge direkta anvisningar av praktiskt värde för skogsbruket och skogsindustrien, är det att vänta, att studerande vid högskolorna gärna vilja kasta sig på uppgifter i hithörande ämnen som ämne för specialundersökningar (i och för meriter till högre betyg) ha elever med förkäslek velat välja dylika tekniska undersökningar av virke, men i många fall av läraren måst avrådas härifrån på grund av skogshögskolans bristfälliga utrustning för dylika undersökningars tekniska bearbetning. Ledaren av den skogsteknologiska forskningsavdelningen borde ha till åliggande att i dylika fall handleda elever och studerande vid skogshögskolan, och det finnes utsikter till, att en del arbetsmöjligheter åtminstone till en början det skulle kunna beredas dessa vid provningsanstalten.

Slutligen borde samarbetet bli av stort värde även för *provningsanstalten* genom att en skogligt bildad person vid dess provningar för betalande uppdragsgivare funnes att tillgå. Uppdragen äro här ej sällan av den art, att de kräva en ingående kännedom om trädets biologi och skogsteknologi.

Genom att den teknologiska avdelningen förlades till provningsanstalten och arbete utfördes i samråd med provningsanstaltens personal följer att

den mera ingenjörsmässiga delen av det färdiga virkets förädling m. m. även borde behandlas av den nya avdelningen. I förut befintliga utkast till program för de teknologiska undersökningarna ha sådana frågor ansetts böra uteslutas.

Den skogsteknologiska avdelningen skulle kunna börja sin verksamhet rätt så blygsamt. Till en början behövde blott finnas medel motsvarande avlöningar till en laboratorsbefattning (eventuellt första åren blott till en förste assistentbefattning), anslag till resor och hantlangning samt eventuellt något belopp för att anlita speciell sakkunskap vid planläggningar av större serieundersökningar. För ledaren torde, även om han till en början bekläder en mera blygsam plats, krävas jägmästareexamen samt särskild läggning för systematiska och vetenskapliga undersökningar.

Jag är emellertid livligt övertygad om att en skogsteknologisk avdelning, rätt skött, mycket snart skall arbeta sig fram och bliva mycket uppskattad av skogsbrukets målsmän, så att man om några år får vara beredd på utvidgningav densamma.

Skogsförsöksanstalten den 29 november 1921.

GUNNAR SCHOTTE.

Bil. 1.

Till

Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt.

Statens Provningsanstalt har sedan flera år haft sin uppmärksamhet riktad på önskvärdheten av vissa systematiska undersökningar av svenska träslag och deras egenskaper för byggnadstekniska ändamål och framhållit behovet av dylika undersökningar vid åtskilliga tillfällen.

Vid arbetet på vissa hithörande frågors lösning har anstalten funnit att samarbete på detta område lämpligen skulle kunna ske mellan Statens Skogsförsöksanstalt och Statens Provningsanstalt och får härtill anföra följande.

Statens Provningsanstalt har till uppgift att utföra provningar och undersökningar av materialier, konstruktionsdelar, instrument m. m. i avseende på deras mekaniska, kemiska och fysiska egenskaper och beskaffenhet.

Undersökningarna utföras antingen på uppdrag av offentliga myndigheter och institutioner samt av enskilda mot betalning enligt fastställda grunder eller också i det allmännas eller i tekniskt-vetenskapligt intresse i den mån erforderliga penningmedel kunna ställas till anstaltens förfogande och dess övriga arbeten det medgiva.

Anstalten omfattar tillsvidare 5 tekniska avdelningar. En kort beskrivning av organisation och nybyggnader ävensom instruktion för anstalten bifogas härmed.

Det har kommit till anstaltens kännedom att styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt redan 1913 framställt önskemål om inrättandet vid Statens Skogsförsöksanstalt dels av en kemisk-teknisk avdelning dels av en fysisk-teknisk avdelning, för att Skogsförsöksanstalten måtte beredas tillfälle att bland sina arbetsuppgifter även upptaga de tekniska frågorna om virket och dess behandling.

Statens Provningsanstalt har emellertid blivit inrättad sedan ovannämnda förslag framställts och har just bland sina arbetsuppgifter att utröna träs mekaniska och fysikaliska egenskaper, att bestämma bränslevärdet hos ved m. m., att prova papper, textilvaror och dylikt. Anstalten har härför en hel del utrustning och till en viss utsträckning även arbetskraft och lokalutrymme.

Byggnadstekniska avdelningen utför bl. a. mekaniska och fysikaliska undersökningar och kommer att, då begärd och erforderlig utrustning därtill erhållits, även utföra eldsäkerhets och värmetekniska undersökningar.

Kemisk-tekniska avdelningen utför bl. a. analyser och kemiska undersökningar av brännmaterialier, oljor och dylikt, samt kemiska och mekaniska undersökningar av papper och textilvaror.

De undersökningar av trävirke, som under de senare åren utförts vid provningsanstalten på bekostnad av olika uppdragsgivare, hava bl. a. avsett att utröna

hållfasthetsegenskaper i allmänhet hos trävirke från olika växtplatser,

träs egenskaper och lämplighet för användning till trätuber i vattenledningar, vattenkraftverk och dylikt,

volymviktsförhållanden vid olika väderlek hos träplank för bordläggning av rörliga klaffbroar,

tryckhållfastheten hos träpålar, vilka längre tid stått under vatten

hållfastheten mot avnötning hos träplank av ek, bok och furu och

hållfastheten hos på särskilt sätt med bultförband utförda träkonstruktioner med olika mellanlägg av plåt, gjutgods m. m.

Samtliga dessa provningar hava haft speciella syften och resultaten äro uppdragsgivarnas egendom.

Anstalten har kommit till den uppfattningen, att en systematisk undersökning enligt modärna och delvis i andra länder tillämpade provningsförfaranden även borde utföras på svenskt virke och svenska träslag, och att de klassiska undersökningarna på detta område, som för c:a 25 år sedan utfördes av professor Aug. Wijkander i Göteborg, numera äro i behov av att utvidgas och kompletteras på grund av senare gjorda erfarenhetsrön.

Statens Provningsanstalt har visserligen offentliggjort en mindre undersökning över hållfastheten hos vissa träslag och även påbörjat en preliminär undersökning av hållfasthetsegenskaper hos plankor av ek och furu, vilka lagrats längre tid under olika atmosfäriska förhållanden, inom och utomhus samt under vatten. Men dylika undersökningar i större omfattning kunna endast utföras av anstalten i den mån erforderliga penningmedel för sådant ändamål kunna ställas till anstaltens förfogande.

Då provningsanstalten enligt det föregående har sig bekant att Skogsförsöksanstalten har intresse av utförandet av systematiska provningar och undersökningar av trävirke, så har provningsanstalten härmed önskat framhålla, att den å sin sida funnit att behov föreligga för systematiska undersökningar av trävirke i bl. a. följande avseenden:

1. Tryck, drag-, böjnings-, skruvnings- och vridningshållfasthet samt hårdhet och hållfasthet mot avnötning vid olika fuktighetshalter. Inverkan på dessa egenskaper av olika impregneringsmedel.
2. Brottbelastningens beroende av belastningstiden (eventuellt långtidsprov).
3. Olika förfaringssätt för att skydda trä mot röta, svamp och mask (även sjömask). Förekomsten av och spridningssättet för hussvampar. Livslängden hos trävirke i fukt m. m. med och utan impregnering (t. ex. för vattenledningar, rännor och trätuber, telegrafstolpar m. m).
4. Impregnering eller bestrykning med eldskyddande färg eller dyl. för ökande av motståndskraften mot eld.
5. Hållfastheten och värdet av träkonstruktioner utförda med bultförband och med olika mellanlägg i fogarna, jämförda med vanliga förband eller hophuggningar.

Förestående förteckning gör icke anspråk på fullständighet utan ger endast anvisningar på de undersökningar, som inom de närmaste åren böra igångsättas. För undersökningarnas utförande erfordras samarbete med tillverkare och förbrukare ävensom med sakkunniga från Skogshögskolan och Skogsförsöksanstalten.

Resultaten av de här skisserade undersökningarna borde kunna bidraga till: väsentlig besparing (även minska frakter) vid utförande av konstruktioner i trä och noggrannare säkerhetsgrad hos konstruktionerna och fastställande av tillåtna påkänningar för olika träslag och belastningsfall.

Även för andra områden än det byggnadstekniska, där trä användes, torde resultatet av undersökningarna bliva till nytta.

Såsom förut nämnts har provningsanstalten icke erforderliga penningmedel till förfogande för att på eget initiativ kunna utföra dylika behövliga undersökningar, utan provningsanstalten förutsätter, att för dessa undersökningar direkt intresserade kretsar söka anskaffa de för undersökningarnas utförande nödiga medel.

Sammanfattning. Enär sålunda Statens Provningsanstalt för fyllande av sina arbetsuppgifter redan äger maskiner för mekaniska och vissa fysikaliska provningar av trävirke, och enär anstalten har på sitt arbetsprogram utförandet av systematiska undersökningar på detta område, så har anstalten önskat framhålla lämpligheten av ett nära samarbete mellan Statens Skogsförsöksanstalt och Statens Provningsanstalt för lösning av sådana uppgifter, som jämväl för Statens Skogsförsöksanstalt äro av intresse.

Den för vetenskaplig forskning på detta speciella område ytterligare erforderliga utrustningen kan i Statens Provningsanstalts ägo jämväl utnyttjas genom provningarna för betalande uppdragsgivare. Genom ett sådant samarbete torde väsentlig besparing kunna göras för statsverket, och som en följd därav torde man fortare komma till målet att erhålla ett tillräckligt utrustat laboratorium för teknisk-fysikaliska undersökningar av trävirke.

Stockholm den 16 november 1921.

Statens Provningsanstalt

J. O. Roos af Hjälmsäter.

/R. R:son Schlyter.

VII. SAMMANFATTNING AV ARBETSPROGRAMMET FÖR ÅREN 1922—1926.

Fastställt av styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt den 28 april 1922.

De undersökningar, som skola utföras av skogsavdelningen anges med S, av naturvetenskapliga avdelningen med N och av skogsentomologiska avdelningen med E. Uppgifter, betecknade med F, skola tillsvidare utföras av avdelningen på extra stat för vissa föryngringsförsök i Norrland och utgå av anslaget till »Specialundersökningar rörande de norrländska skogarnas föryngring» tills närmare blir bestämt om organisationen av skogsavdelningen och den s. k. norrlandsavdelningen.

1. Föryngringsfrågan.

a) *Fröundersökningar m. m.*

Fortgående undersökningar:

Sammanställningar över skogsträdens frösättning (S); undersökning av insamlat tall- och granfrö från olika delar av Norrland och resultatens publicering i förening med meteorologiska data (F); mikroskopisk fröanalysmetod (F); publicering av utförda undersökningar över de viktigaste skogsträdens groningsbiologi (N); insamling av den totala kottmängden från vissa utvalda träd jämte undersökning av fröets beskaffenhet (F); revidering av försöksodlingar med tall och gran för utrönande av proveniensens betydelse och publicering av resultaten (S); färdigplantering av befintliga försöksserier på olika höjd över havet för utrönande av lokalklimatets betydelse vid skogsodling (F).

Nya arbetsuppgifter:

Utrönande av bästa kottplockningstiden (F); undersökning över kottproduktionen hos fröträd, särskilt å försöksparkerna (S); odling av ek, bok och al i samarbete med övriga skandinaviska skogsförsöksanstalter för utrönande av proveniensens betydelse för dessa trädslag (S); förflyttningsförsök med nordsvensk tall söderut (S); skogsodlingar å olika höjd över havet å Siljansfors försökspark med frö från skilda trakter med anordnande av meteorologiska observationer (S).

b) *Åtgärder för naturlig föryngring.*

Fortgående undersökningar:

Revision av försöken med olika stora hyggen och luckor samt kantblädningsförsök jämte publicering av resultaten (S); studier över frö-

spridningen å olika stora hyggen (F); markberedningsförsök å råhumusrik granmark jämte efterföljande tallfrösådd (F); undersökningar angående skogsföryngringsåtgärdernas inverkan på markens humustäcke (N); de norrländska tallhedarnas föryngringsproblem (N).

Nya arbetsuppgifter:

Försök med olika blädningsmetoder, särskilt å försöksparkerna (S); undersökningar över den undertryckta granens (»marbuskens» och »stavagranens») förmåga att reagera vid friställning (S); försök för att förbättra marplantors av tall tillväxt å tallhedar på försöksparkerna (S); markberedningsförsök i äldre tallbestånd å försöksparkerna för erhållande av återväxt under skärm (S).

c) *Skogsodlingsåtgärder.*

Fortgående undersökningar:

Undersökningar över hyggets lämpligaste ålder för skogsodling i Norrland (F, N och S); jämförelser av olika såddmetoder i mer eller mindre råhumusrika granskogsmarker (F); jämförelser mellan olika planteringsmetoder (F); undersökningar över lämpligaste förband vid skogsodlingar (F och S); komplettering av sådd- och planteringsförsöken å olika myrtyper efter avdikning (F); publicering av utredningen över äldre spettplanteringar (F).

Nya arbetsuppgifter:

Utrönande av bästa sådd- och planteringstid under företagande av meteorologiska observationer (å försöksparkerna) (S); försöksodlingar å uppfrysningsjord å Svartbergets försökspark (S); skogsodlingsförsök å magra sandhedar i Småland (N); skogsodlingsförsök å utdikade mossar å försöksparkerna (S).

2. Skogsbeståndets utveckling.

a) *Skogarnas och skogsbeståndens produktionsförmåga.*

Fortgående undersökningar:

Studier över skogsträdens stamform (S); bearbetningar för upprättande av produktionstabeller över tall, gran och björk samt ek (S); studier över tillväxtperiodens längd hos de vanliga skogsträden (N).

Nya arbetsuppgifter:

Insamling av material för belysande av blädningsskogens sammansättning och tillväxt i samband med föryngringsundersökningarna vid olika blädningsmetoder (S).

b) *Beståndsvårdsåtgärder.*

Fortgående undersökningar:

Bearbetning av materialet rörande olika gallringsmetoder och anläggning av nya försök med extra starka gallringar, särskilt å försöksparkerna samt å lämpliga platser i övre inre Norrland (S); studier över förändringen i markbetäckningen efter olika gallringssystem (N och S).

Nya arbetsuppgifter:

Behandling av gallringsproblemets fysiologiska sida (N och S); upprättande av rotvärdestabeller under olika förhållanden i och för bedömande av olika gallringsmetoders ekonomiska innebörd.

3. **Sjukdomar och skador på skogsträden.**

a) *Skador förorsakade av insekter* (E).

Fortgående undersökningar:

Undersökningar över märgborrarnas, särskilt den mindre artens, uppträdande; studier över barkningsgradens inverkan på märgborrarnas förekomst å vinterhugget virke i olika delar av landet ävensom undersökningar över kronskadegörelsens inverkan på trädens tillväxt; studier över barkborrarnas utbredning, biologi och betydelse i olika delar av landet; studier över granbarkborrens utveckling och dess samband med klimatiska faktorer jämte undersökningar över härjningarnas förlopp samt över trädens utseende vid olika tidpunkter av angreppet; försök med olika slags fångstträd för barkborrar samt undersökningar över avverkningstidens, exponeringens och barkningsgradens inverkan; undersökningar över skadeinsekter på gran- och tallkottar med särskild hänsyn till de insekter, vilkas skadegörelse utföres under sommaren, jämte försök att med cyanväte döda grankottvecklarens larver; studier över insektsfaunan efter skogsbrand, varvid särskilt undersökes faran av att brandskadad skog bildar härdar för angrepp av insekter på angränsande frisk skog samt möjligheten av att genom lämplig behandling av den mindre hårt skadade skogen förebygga den tekniska skadegörelse av bl. a. långhorningar, vilken förekommer.

Nya arbetsuppgifter:

Undersökningar över det lägre djurlivets inflytande på markens beskaffenhet, se närmare mom. 5 f.

4. Skogsträdens raser och främmande skogsträds användbarhet i landet.

Fortgående undersökningar:

Rasstudier över gran och tall. Fullföljande och övervakande av de planteringar, som grundlagts av gran (N);

Tyskt granfrö. Studier över utförda planteringar med gran från olika platser i Mellaneuropa (S);

Lärk. Bearbetning av befintligt försöksmaterial i syfte att upprätta produktionstabell för detta trädslag (S); försök med odling av olika lärkraser (S);

Silvergran. Utrönande av dennas tillväxtförmåga i jämförelse med vanliga svenska granens (S).

Nya arbetsuppgifter:

Douglasgran. Undersökningar över produktionen i eventuellt befintliga bestånd samt anläggning av nya sådana, därest frö med känd proveniens kan erhållas (S).

5. Undersökningar rörande skogsmarken.

a) *Jordmånstyper och humusstudier.*

Fortgående undersökningar:

Undersökningar rörande humustäckets beskaffenhet och råhumusproblemet (N).

Nya arbetsuppgifter:

Brunjordarnas förekomst och utbredning i södra och mellersta Sverige (N.)

b) *Ljunghedar.*

Fortgående undersökningar:

Bearbetning av insamlat material rörande ljunghedarnas möjligheter att producera skog och rörande ljunghedarnas utbredning (S); studier över ljunghedarnas markbiologi (N).

c) *Skogarnas försumpning.*

Fortgående undersökningar:

Bearbetning och publicering av studierna över försumpningens mekanik och hastighet (N); undersökningar om markprofilens förändring vid försumpning (N); bearbetning för publicering av undersökningarna om dikningens inverkan på grundvattnet i marken (N).

d) *Skogsmarkens uppfrysning,*

Fortgående undersökningar:

Studier över uppfrysningsfenomenet, delvis i förening med praktiska skogsodlingsförsök (N och S); jfr mom. 1 c.

e) *Mossmarkernas omvandling till skogsmark.*

Fortgående undersökningar:

Studier över verkställda torrläggningsförsök med hänsyn till kvävets omsättning (N).

Nya arbetsuppgifter:

Granskning av äldre i skogsbrukssyfte utförda dikningar i Norrland (N); utrönande av mossmarkens beskaffenhet och produktionens storlek uti äldre bestånd å avdikad mark (N och S); igångsättande av dikningsarbeten å Roklidens försöksfält (N) samt å försöksparkerna (N och S).

f) *Undersökningar över det lägre djurlivets inflytande på markens beskaffenhet.* (Jfr mom. 3 a.)

Nya arbetsuppgifter:

Utarbetande av tillförlitliga metoder att insamla de i marken levande djuren (E); undersökningar över det lägre djurlivets inflytande i vissa skogstyper samt jämförande studier å hyggen och i orörda bestånd (E och N).

Vidare må upptagas för undersökningar smärre aktuella frågor eller vid inträffade kalamiteter å skogen uppstående spörsmål under förutsättning att det här ovan angivna undersökningsprogrammet ej i nämnvärd grad härigenom förryckes.

I och med försöksparkers överlåtande på Skogsförsöksanstalten tillkommer för skogsavdelningen dessutom allehanda praktiska skogsvårdsarbeten å dessa.

VII. ZUSAMMENFASSUNG DES ARBEITSPROGRAMMES FÜR DIE JAHRE 1922—1926.

Festgesetzt durch die Direktion der Forsthochschule und der forstlichen Versuchsanstalt am 28. April 1922.

Die mit S bezeichneten Untersuchungen sollen in der forstlichen Abteilung ausgeführt werden, die mit N bezeichneten in der naturwissenschaftlichen und die mit E in der forstentomologischen. Die Aufgaben, die mit F bezeichnet sind, sollen bis auf weiteres von der Abteilung für gewisse Verjüngungsversuche in Norrland ausgeführt und aus dem Anschlag für »Spezialuntersuchungen betreffend Verjüngung der norrländischen Wälder» bekostet werden, bis Näheres über die Organisation der forstlichen Abteilung und der sogenannten Norrlandsabteilung bestimmt worden ist.

1. Die Verjüngungsfrage.

a) *Samenuntersuchungen u. A.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Zusammenstellungen über den Samenansatz der Waldbäume (S); Untersuchung von eingesammelten Kiefern- und Fichtensamen aus verschiedenen Teilen Norrlands und Veröffentlichung der Resultate mit meteorologischen Angaben (F); mikroskopische Samenanalysmethode (F); Veröffentlichung ausgeführter Untersuchungen über die Keimungsbiologie der wichtigsten Waldbäume (N); Einsammeln der gesamten Menge Zapfen gewisser ausgewählter Waldbäume nebst Untersuchung der Samenbeschaffenheit (F); Nachuntersuchung von Versuchskulturen von Kiefer und Fichte zur Prüfung der Provenienzfrage; Veröffentlichung der Resultate (S); Zuendeführen der Anpflanzung vorhandener Versuchsserien in verschiedenen Höhen über dem Meer zur Prüfung der Lokalklimafrage für die Waldkultur (F).

Neue Aufgaben:

Ermittelung der besten Zapfenlesezeit (F); Untersuchung über die Zapfenproduktion bei Samenbäumen, besonders in den Versuchsparken (S); Anpflanzung von Eiche, Buche und Erle in gemeinsamer Arbeit mit anderen skandinavischen forstlichen Versuchsanstalten zur Ermittlung der Bedeutung der Provenienz für diese Baumarten (S); Verpflanzungsversuche mit nordschwedischer Kiefer in südlicheren Gegenden (S); Waldkulturen in verschiedenen Höhen über dem Meer mit Samen aus verschiedenen Gebieten in dem Versuchspark Siljansfors nebst meteorologischen Beobachtungen (S).

b) *Massnahmen zum Bewirken natürlicher Verjüngung.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Nachprüfung von Versuchen mit verschiedenen grossen Schlägen und Lücken nebst Blendersaumschlagversuche und Veröffentlichung der Resultate (S); Studien über die Samenverbreitung auf verschieden grossen Schlägen (F); Bodenbearbeitungsversuche in rohhumusreichem Fichtenboden nebst nachfolgender Aussaat von Kiefernsamen (F); Untersuchungen über die Einwirkung der Vorkehrungen zur Verjüngung auf die Humusdecke des Bodens (N); das Verjüngungsproblem der norrländischen Kiefernheiden (N).

Neue Aufgaben:

Versuche mit verschiedenen Femelschlagmethoden, besonders in den Versuchsparken (S); Untersuchung des Reaktionsvermögens der unterdrückten

Fichte nach Freistellung (S); Versuche zur Verbesserung des Zuwachses bei unterdrückten Kiefern auf Kiefernheiden in den Versuchsparken (S); Bodenbearbeitungsversuche in älteren Kiefernbeständen in den Versuchsparken zur Erhaltung von Nachwuchs unter Schirmbestand (S).

c) *Massregeln bei Waldkultur.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Untersuchungen über das geeignetste Alter der Schläge bei Waldkulturen in Norrland (F, N und S); Vergleich verschiedener Aussaatmethoden in mehr oder weniger rohhumusreichen Fichtenwaldböden (F); Vergleich zwischen verschiedenen Anpflanzungsmethoden (F); Untersuchungen über den geeignetsten Verband bei Waldkulturen (F und S); fortgesetzte Aussaat- und Anpflanzungsversuche auf verschiedenen Moortypen nach Drainierung (F). Veröffentlichung der Ergebnisse älterer Stieleisenpflanzungen (F).

Neue Aufgaben:

Ermittlung der besten Aussaat- und Anpflanzungszeit nebst meteorologischen Beobachtungen (in den Versuchsparken (S); Versuchsanpflanzungen auf auffrierendem Boden im Versuchspark Svartberget (S); Waldkulturversuche auf mageren Landheiden in Småland (N); Waldkulturversuche auf drainierten Mooren in den Versuchsparken (S).

2. Die Entwicklung des Waldbestandes.

a) *Das Produktionsvermögen der Wälder und Waldbestandes.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Studien über die Stammform der Waldbäume; Bearbeitungen zur Aufstellung von Ertragstafeln über Kiefer, Fichte und Birke samt Eiche (S); Studien über die Länge der Zuwachsperiode der gewöhnlichen Waldbäume (N).

Neue Aufgaben:

Materialeinsammlung zur Beleuchtung der Zusammensetzung und des Zuwachses des Plenterwaldes im Verein mit den Verjüngungsuntersuchungen bei verschiedenen Plenterschlagmethoden (S).

b) *Vorkehrungen zur Bestandespflege.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Bearbeitung des Materials betreffend verschiedene Durchforstungsmethoden und Anlegen neuer Versuche mit extra starker Durchforstung in den Versuchsparken und anderen geeigneten Stellen im oberen inneren Norrland (S); Studien über die Veränderung der Pflanzendecke nach verschiedenen Durchforstungssystemen (N und S).

Neue Aufgaben:

Behandlung der physiologischen Seite des Durchforstungsproblems (N und S); Aufstellen von Tabellen über den relativen Ertragswert verschiedener Dimensionen, um unter verschiedenen Bedingungen das ökonomische Resultat der verschiedenen Durchforstungsmethoden beurteilen zu können.

3. Krankheiten und Schäden der Waldbäume.

a) *Insektenschäden* (E).

Fortlaufende Untersuchungen:

Untersuchungen über das Auftreten des Waldgärtners, besonders des kleineren; Studien über den Einfluss des Entrindungsgrades auf das Vorkommen

des Waldgärtners in wintergefälltem Holz in verschiedenen Teilen des Landes, sowie Untersuchungen über den Einfluss der Kronenschädigung auf den Zuwachs des Baumes; Studien über die Ausbreitung des Borkenkäfers, seine Biologie und Bedeutung in verschiedenen Teilen des Landes; Studien über die Entwicklung des Fichtenborkenkäfers und dessen Zusammenhang mit klimatischen Faktoren nebst Untersuchungen über den Verlauf der Verheerungen und das Aussehen des Baumes zu verschiedenen Zeitpunkten des Angriffs. Versuche mit verschiedenartigen Fangbäumen für Borkenkäfer nebst Untersuchungen über den Einfluss der Abtriebszeit, der Exponierung und des Entrindungsgrades; Untersuchungen über schädliche Insekten der Fichten- und Kiefernzapfen mit besonderer Berücksichtigung derjenigen Insekten, die im Lauf des Sommers Schaden anrichten, nebst Versuchen die Larven des Fichtenzapfenwicklers mit Cyanwasserstoff zu töten; Studien über die Insektenfauna nach Waldbrand, wobei besondere Aufmerksamkeit den Gefahren geschenkt wird, die ein durch Brand geschädigter Wald als Angriffsherd für Insekten für einen angrenzenden frischen Wald in sich birgt; ausserdem wird die Möglichkeit in Betracht gezogen, durch passende Behandlung den weniger schwer beschädigten Wald vor der technischen Schädigung durch Holzböcke und andere Insekten zu bewahren.

Neue Aufgaben:

Untersuchungen über den Einfluss der niedrigen Tierwelt auf die Beschaffenheit des Bodens, siehe näher mom. 5 h.

4. Die Rassen der Waldbäume und die Anwendbarkeit fremder Waldbäume in Schweden.

Fortlaufende Untersuchungen:

Rassenstudien über Fichte und Kiefer. Weiterführung und Überwachung der Anpflanzungen, die mit Fichten angelegt sind (N);

Fichtensamen deutscher Provenienz. Studien über ausgeführte Anpflanzungen mit Fichten aus verschiedenen Gegenden Mitteleuropas (S);

Lärche. Bearbeitung des vorhandenen Versuchsmateriales zwecks Aufstellen von Produktionstabellen für diese Baumart (S); Versuchskulturen mit verschiedenen Lärchenarten (S);

Tanne. Ermittlung ihres Zuwachsvermögens zum Vergleich mit der gemeinen Fichte (S).

Neue Aufgaben:

Douglasfichte. Untersuchungen über die Produktion in eventuell vorhandenen Beständen nebst Anlage neuer, wo Samen bekannter Provenienz erhalten werden kann (S).

5. Untersuchungen betreffend den Waldboden.

a) *Bodentypen und Humusstudien.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Untersuchungen über die Beschaffenheit der Humusdecke und das Rohhumusproblem (N).

Neue Aufgaben:

Das Vorkommen und die Ausbreitung von Braunerden im südlichen und mittleren Schweden.

b) *Callunaheiden.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Bearbeitung von gesammeltem Material über die Möglichkeit der Callunaheiden Wald zu produzieren und über ihre Ausbreitung (S); Studien über die Bodenbiologie der Callunaheiden (N).

c) *Die Versumpfung der Wälder.*

Bearbeitung und Veröffentlichung der Studien über den Mechanismus und die Geschwindigkeit der Versumpfung (N); Untersuchungen über die Veränderung des Bodenprofils bei Versumpfung (N); Arbeiten zur Veröffentlichung der Untersuchungen über den Einfluss der Drainierung auf das Grundwasser im Boden (N).

d) *Das Auffrieren des Waldbodens.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Studien über die Erscheinung des Auffrierens, teilweise im Zusammenhang mit praktischen Waldkulturversuchen (N und S); vgl. mom. 1 c.

e) *Die Umwandlung der Moorböden in Waldböden.*

Fortlaufende Untersuchungen:

Studien über angestellte Drainierungsversuche mit Rücksicht auf die Umsetzung des Stickstoffs (N).

Neue Aufgaben:

Prüfung älterer zu Forstbetriebszwecken ausgeführter Drainierungsversuche in Norrland (N); Ermittlung der Beschaffenheit und der Produktionsgrösse des Moorbodens in älteren Beständen auf drainiertem Boden (N und S); Beginn von Drainierungsarbeiten auf dem Versuchsfeld von Rokliden (N) und in den Versuchsparken (N und S).

f) *Untersuchungen über den Einfluss der niederen Tierwelt auf die Bodenbeschaffenheit. (Vgl. mom. 3 a).*

Neue Aufgaben:

Ausarbeitung zuverlässiger Methoden zum Einsammeln der im Boden lebenden Tiere (E); Untersuchungen in gewissen Waldtypen nebst vergleichenden Studien auf Hiebflächen und in unberührten Beständen (E und N).

Weiter mögen kürzere aktuelle Fragen oder im Wald eingetroffene Kalamitäten zur Untersuchung aufgenommen werden unter Voraussetzung jedoch, dass das oben angegebene Arbeitsprogramm nicht nennenswert dadurch verschoben wird.

Gleichzeitig mit dem Übergeben der Versuchsparke an die forstliche Versuchsanstalt entstehen für die forstliche Abteilung ausserdem allerlei praktische Waldarbeiten in diesen.

Summary of the programme of the Swedish State Institute of Experimental Forestry for the period 1922—26.

(Swedish text pp. 66—70).

The following programme has been confirmed by the board of directors April 28th 1922.

The investigations to be carried out by the Forest section are marked out with the letter S, N indicates the Botanical section, and E the Entomological section. The letter F indicates that the problems in question until further notice are to be studied by the supplementary section for regeneration experiments in Norrland.

1. The Problem of Forest Regeneration.

a) *Seed Investigations etc.*

Continued investigations.

Records of the seed production of forest trees (S); investigations on seed of pine and spruce collected in different parts of Norrland, the results being published connected with meteorological reports (F); a method of analyzing microscopically the seeds (F); publication of the results of investigations on the biology of germination of the most important forest trees (N); collection of the total quantity of cones from certain trees, and investigations on the quality of the seed (F); revision and publication of pine and spruce cultivation experiments in order to state the influence caused by different origin of the seed (S); completion of experiment series already laid out on different heights above sea-level for studying the importance of the local climatic conditions for forest cultural operations (F).

New investigations.

Ascertainment of the most suitable time for gathering cones (F); investigations on the cone production of seed trees, especially on the research domains (S); studies on cultivation of oak, beech and alder in cooperation with other Scandinavian institutes of experimental forestry in order to ascertain the importance of different origin (S); experiments of cultivation of Swedish northern pine in the southern parts of the country (S); cultivation on different heights above sea-level with seed from different districts on the research domain of Siljansfors, in connection with meteorological observations (S).

b) *Special measures for securing natural forest regeneration.*

Continued investigations.

Revision and publication of the experiments with clearings and gaps of different size and with cutting according to WAGNERS' system (S); studies of the scattering of the seeds on clearings of different size (F); soil treatment experiments with subsequent sowing of pine seed in acid humus types of spruce forest (F); investigations on the effect on the humus-covering of the ground of re-forestation measures (N); the regeneration problem of the northern pine heaths (N).

New investigations.

Experiments with different methods of selection, especially on the research domains (S); investigations on the possibility of developing suppressed shrubby spruce ("marbuskar") and young spruce stands, who have grown up too densy ("stavagran"), (S); experiments in order to increase the growth of suppressed pine plants on the pine heaths of the research domains (S); soil treatment experiments in older stands of pine on the research domains, in order to get natural reproduction under shelter (S).

c) *Forest cultural operations.*

Continued investigations.

The age of the clearing most suitable for cultivation in Norrland (F, N and S); comparison between different methods of sowing in different types of spruce forests, more or less affected by acid humus (F); comparison between different methods of planting (F); studies on the influence of varying the average distance between the plants (F and S); completion of the experiments of sowing and planting on different types of moors after ditching (F); publication of the investigations on older plantations, carried out by use of planting spit (F).

New investigations.

Ascertainment of the most suitable time for sowing and planting, combined with meteorological observations (on the research domains) (S); cultivation experiments on soil disposed for freezing, on the research domain of Svartberget (S); cultivation experiments on meagre heaths in Småland (N); cultivation experiments on the drained moors of the research domains (S).

2. The Development of Forest Stands.

a) *Productive yield of the forests and of forest stands.*

Continued investigations.

Studies on the trunk form; yield tables for pine, spruce, birch and oak (S); studies of the length of the growing period of the common forest trees (N).

New investigations.

Collection of material for the study of the constitutional structure and production of the selection type of forest, combined with observations of the regeneration obtained with different selection methods (S).

b) *Measures for the care of stands.*

Continued investigations.

Rearrangement of the material concerning different methods of thinning, new experiments with extra heavy thinnings, on the research domains and on suitable places in the western parts of upper Norrland (S); studies on the changement of the covering of the ground according to different systems of thinning (N and S).

New investigations.

The problem of thinning treated from physiological point of wiew (N and S); figures showing the relative value of different dimensions, in order to ascertain the economical effect of different methods of thinning (S).

3. Diseases and Injuries to Forest trees.

a) *Injuries caused by insects* (E).

Continued investigations.

Investigations on the occurrence of the pine beetles, with special attention to the small one; studies in different parts of the country concerning the influence of the removing of the bark on the frequency of the pine beetles on wood cut in winter time, observations on the effect of the injuries in the crowns on the increment of the affected trees; studies on the distribution, biology and importance of the bark-beetles in the different parts of the country; studies of the development of the spruce bark-beetle and of the correlation with climatic factors, the progress of the outbreak, observations on the colour of the crown at different stages of the attack; experiments with different methods of preparing trap-trees, and the influence of the time for cutting, the degree of exposition and of removing the bark; investigations on insects, injurious to spruce and pine cones, with special attention to the cone fauna in summer time, and experiments in killing the larvæ of the spruce cone moth by hydrocyanic acid; studies of the insects coming after forest fires, with a view of ascertaining the danger of burned forests being centres of injurious insects, and the possibility of treating the slightly damaged trees in such a way that the technical deterioration caused by some borers may be prevented.

New investigations.

The fauna of the ground in different types of forest, see also mom. 5 f.

4. Races of Forest trees and the acclimatization of foreign forest trees in Sweden.

Continued investigations.

Studies of the races of Spruce and Pine. Revision and completion of the plantations of spruce already existing (N);

German Spruce-seed. Revision of plantations of spruce from different parts of Central Europe (S);

Larch. Rearrangement of the material with the object of obtaining yield tables for the larch species in Sweden (S); experiments with cultivation of different races of larch (S);

Silver Fir. Comparison between the production of the silver fir and of the common Swedish spruce (S).

New investigations.

Douglas Fir. The production in stands, cultivation with seed of known origin (S).

5. Investigations concerning Forest Land.

a) *Types of soil and humus covering.*

Continued investigations.

Investigations of the humus covering and the problem of acid humus (N).

New investigations.

The frequency and distribution of the brown soil type with mild humus in the southern and middle parts of Sweden (N).

b) *Ling heaths.*

Continued investigations.

The mapping, already accomplished and other material, collected for illustrating the distribution and suitability of the ling heaths for forest production will be rearranged and eventually plublished (S); studies of the biology of the ground on ling heaths (N).

c) *The water-logging of the forests.*

Revision and publication of the material, illustrating progress and velocity of water-logging (N); the change of the soil, caused by water-logging (N); rearrangement for publication of the investigations regarding the influence of ditching on the subsoil water (N).

d) *The freezing of forest grounds.*

Studies of the phenomena of freezing, partly in combination with experiments in practical sylviculture (N and S). See mom. 1 c.

e) *The conversion of Moor-land into Forest-land.*

Continued investigations.

Experiments in draining, already carried out, are to be studied with reference to the conversion of nitrogen (N).

New investigations.

Revision of older ditchings in Norrland (N); the condition of the soil and the forest production of older stands on moors who have been drained out (N and S); draining operations on the research district of Rokliden (N) and on the research domains (N and S).

f) *Investigations into the influence of the life of lower animals on the nature of the soil.* (See mom. 3 a).

New investigations.

Preparation of reliable methods of collecting the animals living in the ground (E); investigations on the fauna in certain types of forest and comparison between clearings und undisturbed stands (E and N).

Further investigations may be established according to the arising of actual problems, provided that the programme above does not be disturbed.

The Forest section also has to carry out all sorts of practical sylvicultural operations on the research domains, which cannot be particularized here.

FRAMSTÄLLNINGAR RÖRANDE AVDELNINGEN Å EXTRA STAT FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRLAND.

I. Underdånigt förslag från vissa skogsbolag.

TILL KONUNGEN.

Genom en uppsats av överjägmästaren Anders Holmgren i Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift häfte IV, 1920, benämnd »Skall Statens Skogsförsöksanstalts Norrlandsavdelning avskrivas», som här i särtryck bifogas, hava undertecknade tagit kännedom om vissa av styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt fattade beslut beträffande ovannämnda Norrlandsavdelnings verksamhet. Då vi, representanter för Norrlands skogsägande industrier, anse dessa beslut menliga för arbetet på den norrländska skogsvårdens utveckling, våga vi härmed i underdånighet inför Eders Kungl. Maj:t giva uttryck för vår mening i denna sak.

Att de egentliga skogsföryngringsåtgärderna i Norrland såväl å statens som enskildes marker icke haft och fortfarande icke hava en mot behovet svarande omfattning, därtill har utan tvivel på ett avgörande sätt bidragit känslan av bristande kunskap om huru sådana arbeten på verkligt effektivt sätt skola utföras. De i sig själva icke obetydliga föryngringsarbeten, som utförts, äro dock av tillräckligt stor omfattning för att visa, hurusom utförandet av *skogskulturer i Norrland äro förenade med större svårigheter än i övriga klimatiskt mera gynnade delar av landet.* Det har i allt för många fall blivit ett dyrbart experimenterande med ofta nog negativa resultat, som ingalunda uppmuntrat den enskildes företagsamhetslust. I samma mån som pappersmasseindustriens utveckling och småvirkets därmed stigande värde möjliggjort rationella föryngringsavverkningar, har alltså den norrländske skogsägaren råkat i den svåra situationen, att staten genom lagar och förordningar obönhörligen ålägger honom att skaffa återväxt, medan staten å andra sidan saknar förmåga att anvisa honom de effektiva åtgärder, han för ändamålet bör tillgripa. Frånsett den rättsliga osäkerhet, vari den enskilde härigenom försättes, måste det för hela landet framstå såsom en angelägenhet av högsta vikt, att *den norrländska föryngringsfrågan så snart som möjligt löses.* De norrländska skogarna lämna ju en väsentlig del av råvaran till våra största exportindustrier, trävaru-, pappersmasse- och trämasseindustrierna, och man kan redan nu förutse en framtida nedgång i dessa för landet vitala industriers produktion, därest icke föryngringen håller jämna steg med avverkningen.

Med dessa utgångspunkter är det lätt att förstå, att av skogen beroende och intresserade norrlänningar med allmän tillfredsställelse på sin tid hälsade inrättandet inom Statens Skogsförsöksanstalt av en särskild Norrlandsavdelning med uppgift att studera och utreda för Norrland lämpade föryngringsmetoder. Detta skedde år 1916. Så vitt vi kunna bedöma, har avdelningens verksamhet sedan dess — vid sidan av den grundläggande markbiologiska forskning, som ägnats dessa problem av anstaltens naturvetenskapliga avdelning — bedrivits på ett sätt, som synes komma att infria de förhoppningar, man ställt på densamma. Betydelsefulla resultat hava redan vunnits och även publicerats i Skogsförsöksanstaltens meddelanden.

Av vad försöksledaren, jägmästare E. Wibeck, i olika inlagor till styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt anfört, finna vi ådagalagt, att avdelningens arbeten böra *fortsättas i den utsträckning, som ändamålet och de hittills gjorda erfarenheterna kräva.* Vi framhålla den tvingande nödvändigheten därav, att en utvidgad försöksverksamhet å skyddsskogarna och dem närstående skogstyper upptages. Även Norrlands skogsvårdsförbund, representerande en stark och allsidig opinion bland norrländska skogsmän, har i sin skrivelse till styrelsen den 10 aug. 1920 angående önskvärdheten av utvidgning av avdelningens verksamhet speciellt å skyddsskogarna tydligt och klart uttalat sig i samma riktning.

Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt är dock av en annan mening beträffande Norrlandsavdelningens verksamhet. Den har nämligen på sin tid beslutat att låta avdelningens arbeten under 1921 och 1922 fortgå enligt det ursprungligen skisserade programmet, vilket innebär, att försöksledaren under andra 5-årsperioden av avdelningens tillvaro skulle vara anställd endast under *tre* sommarmånader och då uteslutande syssla med revision av redan utlagda ytor. I enlighet härmed har styrelsen för avdelningens arbeten under åren 1921 och 1922 begärt endast respektive 20,000 och 16,000 kronor, under det att försöksledaren yrkat på arbetenas kontinuerliga drift med anslag om respektive 25,000 och 30,000 kronor.

Vi hava tagit del av styrelsens motiv för dessa beslut, sådana de framgå av i Holmgrens uppsats återgivet protokollsutdrag, men icke funnit dem övertygande.

Vi åberopa vad vederbörande departementschef vid avdelningens start 1916 yttrade, nämligen att det först uppgjorda programmet jämte kostnadsberäkning icke borde fastlåsas för framtiden utan kunna jämkas efter inträdande förhållanden.

Vi anse det vidare uppenbart, att styrelsens dispositioner icke medgiva försöksledningen önskvärd kontinuitet och med säkerhet fördröja utredningsresultatet.

Eders Kungl. Maj:t har hos Riksdagen för avdelningens verksamhet äskat summor, som ansluta sig till de av styrelsen föreslagna.

På ovan anförda skäl, och då det gäller ett krav till förmån för norrländsk skogsvård, som synes oss böra tillgodoses av staten, få vi underdånigst anhålla, att Eders Kungl. Maj:t täcktes vidtaga sådan åtgärd, att de av försöksledaren för år 1922 begärda medel ställas till Statens Skogsförsöksanstalts Norrlandsavdelnings förfogande.

Då medel för år 1921 svårligen torde på samma sätt kunna uppbringas, förbinda vi oss härmed att vid anfordran, för avdelningens kontinuerliga drift även detta år, ställa till Eders Kungl. Maj:ts förfogande ett belopp av tillsammans Femtusen (5,000: —) kronor.

Stockholm den (utan datum) 1921.

(26 underskrifter.)

II. Underdånig framställning från vissa skogsmän m. fl.

TILL KONUNGEN.

Med anledning av vissa beslut rörande Statens Skogsförsöksanstalts avdelning för föryngringsförsök i Norrland, fattade av styrelsen för nämnda anstalt vid sammanträde den 17 sistlidne september, önska undertecknade att i underdånighet framlägga vår åsikt i denna för det norrländska skogsbruket så betydelsefulla fråga, vilken enligt vår mening skulle få en mindre lycklig lösning, om styrelsens beslut komme till verkställighet. Vi anse oss hava desto större fog till denna vår framställning, som styrelsens beslut, vad norrlandsavdelningens verksamhet under dess 2:dra femårsperiod angår, synes oss hava bort fattas först efter överläggning vid ett möte av den sammansättning, varom § 15 i Eders Kungl. Maj:ts nådiga instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt stadgar, i vilket fall även utanför styrelsen stående representanter för skogsbruket skulle haft möjlighet att redan på ett tidigare stadium av frågan framlägga sina åsikter.

Det torde vara överflödigt att framhålla den ofantliga betydelse, som det norrländska skogsbruket har såväl för staten som den enskilde; staten själv är Norrlands störste skogsägare och Norrlands skogar lämna råvaran för vårt lands största exportindustri. Alla åtgärder för underlättande och förbättrande av det norrländska skogsbruket kunna därför utan överdrift sägas vara av ofantlig betydelse för landet i dess helhet. Av synnerlig vikt är, att i samma mån som de gamla naturskogarna avverkas, desamma bliva ersatta med växtliga ungskogar för undvikande av en annars för vårt land oundviklig nedgång av trävaruexporten inom några få årtionden. I all synnerhet har detta krav vuxit, sedan pappersmasseindustriens utveckling och det därigenom ökade värdet å småvirket numera möjliggör rationella föryngringshuggningar i de gamla bestånden inom allt större områden.

Att de egentliga skogsföryngringsåtgärderna i Norrland haft och fortfarande hava en omfattning, som icke svarar emot det förhandenvarande behovet, därtill har utan all fråga känslan av bristande kännedom om, huru verkligt effektiva sådana arbeten böra utföras, medverkat. Det är därför synnerligen angeläget att denna osäkerhet så fort som möjligt minskas eller avlägsnas. De kostnader, som nedläggas härpå, tjäna ett direkt produktivt ändamål. Slutligen må i detta sammanhang påpekas, att då staten genom lagar och förordningar direkt ålägger den enskilde skogsägaren att sörja för återväxten, bör särskilt denne hava rätt att förvänta, att staten också träffar anstalter för att fortast och fullständigast möjligt utreda, vilka föryngringsåtgärder, som äro de bästa och mest ekonomiska.

Detta arbete åligger Statens Skogsförsöksanstalt, vid vars inrättande för snart 20 år sedan just skogsföryngringsfrågorna framhöllos såsom varande bland de mera viktiga uppgifterna. Med den mångfald av skogsvetenskapliga frågor, som förelegat till anstaltens behandling och de begränsade arbetskrafter, som stått till dess förfogande, visade det sig emellertid, att de norrländska skogsföryngringsfrågorna ej i sin helhet kunde studeras så skyndsamt och på samma gång allsidigt, som önskligt varit. Det var under sådana förhållanden med stor tillfredsställelse och stora förhoppningar om en rättelse i nyssberörda avseende, som de norrländska skogsmännen mötte inrättandet av den

speciellt för de norrländska föryngringsproblemen avsedda s. k. norrlandsavdelningen vid Statens Skogsförsöksanstalt, då denna avdelning år 1916 trädde i verksamhet.

Så vitt vi kunna bedöma, har också denna avdelnings verksamhet bedrivits på ett sätt, som synes komma att infria de förhoppningar — eller åtminstone en del av dem —, som ställts på densamma. De resultat, som redan vunnits under den tid avdelningen varit i verksamhet, förefalla att vara så pass betydelsefulla för det norrländska skogsbruket, att all anledning finnes att söka fullfölja och i möjligaste mån lösa de uppgifter, som från början förelagts avdelningen. Och det tyckes oss vara en självklar sak, att man därvid icke får eller kan låta binda sig vid en viss, på förhand skisserad provytsareal, utan bör göra de kompletteringar och modifikationer i försöken, vilka visats vara nödvändiga för att nå positiva och tillräckligt bestyrkta resultat.

Dylika skäl samt de, efter vad vi kunna bedöma, sakliga och övertygande upplysningar om det verkliga arbetsläget, vilka försöksledaren anfört i sin skrivelse till styrelsen den 8 september 1920, tala bestämt emot en personalindragning och därmed följande stagnation i avdelningens arbeten under den tid, varunder dess verksamhet överhuvud taget är ämnad att fortgå. Att norrlandsavdelningen skulle bestå och arbeta liksom hitintills, förutsattes tydligen också av Norrlands skogsvårdsförbund, då förbundet i en skrivelse till styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt av den 10 augusti 1920 hemställde om en utvidgning av avdelningens verksamhet såväl å skyddsskogarna som inom vissa andra skogstyper.

En helt annan uppfattning om behovet av norrlandsavdelningens kontinuerliga verksamhet kommer emellertid till synes i besluten vid styrelsens för Statens Skogsförsöksanstalt sammanträde den 17 september 1920, då styrelsen avslog försöksledarens arbets- och utgiftsförslag för 1922 och blott tillstyrkte att ett så pass stort belopp då skulle utgå, att försöksledaren skulle kunna förordnas under högst 3 månader av nämnda år. Även i utgiftsförslaget för 1921 har på styrelsens förslag en nedsättning blivit gjord, som vållar, att hans förordnande i år icke skulle kunna räcka längre än t. o. m. september månad.

Motiven för dessa styrelsens åtgärder, sådana de framträda i protokollet från sammanträdet den 17 september 1920, förefalla oss vara mindre välgrundade och delvis också varandra motsägande.

Styrelsen anför sålunda först, att det för norrlandsavdelningen ursprungligen utformade och fastställda programmet borde vidhållas, för att man av de vid arbetets avslutande framlagda resultaten skulle kunna bedöma, i vad mån planläggningen och arbetssättet varit de rätta och lämpligen i andra fall kunde tänkas komma till användning eller icke. Samtidigt härmed synes emellertid styrelsen hålla före, att en del av norrlandsavdelningens arbetsuppgifter borde ånyo övertagas av skogsavdelningen, dels för utredning på hittills använt arbetssätt, dels genom förläggning av arbetena till de försöksparker, som meningen vore att under de närmaste åren anordna i Norrland.

Gent emot dessa styrelsens motiv vilja vi göra följande erinringar. För oss synes det stå fullt klart, att ett en gång uppgjort första arbetsprogram icke får vidhållas till den grad slaviskt, att man för den skull underlåter att anpassa och komplettera försöken efter de erfarenheter och uppslag, som framkomma under arbetets gång. De summor, norrlandsavdelningens arbeten kosta, böra

väl ändå rimligtvis icke användas för att studera en viss arbetsmetod såsom sådan, utan med det enda syftemålet att på ett så smidigt och förnuftigt sätt som möjligt söka få fram resultat av praktiskt värde för skogsbruket. Att detta också från början var meningen finna vi till fullo framgå av dåvarande chefens för jordbruksdepartementet anförande i 1916 års statsverksproposition, vari samma program, som styrelsen för skogsförsöksanstalten angiver såsom fastställt, tvärt om uttryckligen av honom betecknas såsom varande en icke fastslagen arbetsplan, i vilken under försökens fortgång både ändringar, tillägg och kanske även uteslutningar kunde visa sig behövliga eller lämpliga. Även den ursprungliga kostnadsberäkningen för specialförsöken för norrlandsskogarnas föryngring borde, enligt vad ur nämnda statsverksproposition framgår, icke betraktas såsom fastslagen för framtiden, utan vore endast avsedd att utgöra en ledning för bedömande av de ungefärliga kostnader, hela företaget skulle komma att betinga.

En periodvis skeende inskränkning av norrlandsavdelningens verksamhet för att då i stället överföra dess arbeten till skogsavdelningen torde icke kunna försiggå utan sådana rubbningar i arbetskontinuiteten, att de slutliga resultaten därigenom bliva lidande eller fördröjda. Genom personalombytena skulle därjämte åtskillig personlig erfarenhet och träning hos den personal, som nu under flera år uteslutande sysslat med de norrländska föryngringsfrågorna, bliva outnyttjad eller gå förlorad.

Vad slutligen förläggandet av norrlandsavdelningens fältförsök till försöksparker angår, så vore detta visserligen önskvärt med hänsyn till möjligheten av en tätare tillsyn av försöksytorna och en noggrannare kännedom om det lokala klimatet. Detta dock under den förutsättningen, att dylika parker funnes till så stort antal och av sådan beskaffenhet att de tillsammans verkligen representerade Norrlands olika delar med dess högeligen växlande klimat, höjdlägen och skogstyper. Som dessa anspråk emellertid ingalunda fyllas av de två försöksparker, som nu närmast komma att avsättas i Dalarne och Norrland, nämligen *Siljansfors* och *Svartberget-Kulbäcksliden*, den förra belägen väster om Siljan, den senare nära Vindelns station i södra Västerbottens kustland, så anse vi att det i och för sig goda förslaget om inrättande av försöksparker f. n. endast i mycket begränsad grad har betydelse för norrlandsavdelningens försök och i varje fall ej kan godtagas som motiv för att avskriva dessa. Likaså återstår, oberoende av försöksparkernas tillkomst, den frågan, hur norrlandsavdelningens redan anlagda försöksfält, c:a 80 försöksytor med över 500 underavdelningar, framdeles skola skötas och huru de undersökningar skola slutföras, vilka icke äro bundna vid vissa fältförsök, såsom exempelvis de omfattande fröundersökningarna.

På grund av de skäl, som i det föregående anförts, finna vi det sålunda icke vara välbetänkt att, såsom styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt föreslagit, norrlandsavdelningens personal och arbete inskränkes under de år, då medel överhuvudtaget utgå för avdelningens verksamhet. De årliga belopp, vilka jämlikt 1920 och 1921 års statsverkspropositioner — som i dessa delar uppgjorts i enlighet med styrelsens förslag — skulle utgå för norrlandsavdelningens verksamhet under åren 1921 och 1922, äro så pass höga som respektive 20,000 och 15,700 kr. Då de summor, vilka enligt försöksledarens förslag skulle krävas för avdelningens fulla och kontinuerliga verksamhet under nämnda år, belöpa sig till respektive 25,000 och 30,000 kr., synes oss skillnaden, 5,000 och

14,300 kr., icke stå i proportion till de stora risker och olägenheter, som det förra alternativet medfört gentemot det senare. Därest sparsamhetsskäl anses nödvändiggöra att kostnaden för norrlandsavdelningens verksamhet hålles inom den en gång beräknade totalsumman — i så fall givetvis med den modifikation, som ett ändrat penningvärde medfört — ansluta vi oss oförbehållsamt till den tanke, som redan från visst håll framkastats, nämligen att det vore vida bättre att norrlandsavdelningen finge arbeta kontinuerligt och med fulltalig personal under exempelvis 12 år, än att dess verksamhet under de mellersta 5 åren i en 15-årsperiod skulle praktiskt sett till större delen nedläggas genom försöksledarens frånvaro under största delen av året.

Vi få sålunda i underdånighet hemställa det täcktes Eders Kungl. Maj:t låta norrlandsavdelningens verksamhet fortgå kontinuerligt och med fulltalig personal även under dess 2:dra femårsperiod, 1 maj 1921—30 april 1926. Vad verksamheten under år 1921 angår, hava vi oss bekant att det belopp om 5,000 kr., vilket felas i den härför erforderliga summan, från privat håll kommer att ställas till Eders Kungl. Maj:ts disposition. Beträffande verksamheten under 1922 få vi däremot hemställa, att Eders Kungl. Maj:t täcktes utöver det i årets statsverksproposition för specialförsöken för norrlandsskogarnas föryngring under år 1922 äskade beloppet om 15,700 kr., hos riksdagen begära att ytterligare 14,300 kr. måtte få utgå för nyssnämnda ändamål under sistnämnda år.

Som bilagor till vår framställning och tillika som bevis på det allmänna intresse, varmed föreliggande fråga omfattats av norrländska skogsmän, bifogas ett flertal uppsatser i ämnet, vilka varit synliga i den periodiska skogspressen. Likaledes bifogas en avskrift av departementschefens yttrande rörande specialförsöken för norrlandsskogarnas föryngring i 1916 års statsverksproposition samt ett uttalande rörande norrlandsavdelningens fortsatta verksamhet av ledaren för Norges skogsförsöksanstalt, *Erling Archer*.

(Underskrifter.)

III. Utlåtande av chefen för Statens Skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921.

Till Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt.

Framställningens omfattning.

Vid Styrelsens sammanträde den 11 juni överlämnades till mig för yttrande de till styrelsen den 28 maj från Kungl. Maj:t remitterade handlingarna rörande vissa framställningar beträffande de undersökningar, varför medel anvisats under riksstatens anslagstitel »specialundersökningarna rörande de norrländska skogarnas föryngring». Därest hänsyn till dessa framställningar skulle kunna tagas vid uppgörande av staten för år 1923, som petitionärerna avse, måste ärendet vara att anse som brådskande. Som emellertid redan vid ifrågavarande sammanträde i juni förelåg fullt utarbetad resplan för mina undersökningar, har det varit mig omöjligt att förr avgiva yttrande i detta ärende. Under tiden 12 juni—9 juli samt 17 juli—16 augusti har jag nämligen enligt denna plan måst vara stadd på resor utan avbrott. Dagarna 11—16 juli ha åtgått till löpande expeditionsgöromål. Den mig i årets semesterplan tillförsäkrade semestern 15—27 augusti har jag därför måst använda till löpande expeditioner samt studium av handlingarna uti ifrågavarande ärende för avgivande av detta yttrande. Ett preliminärt yttrande i ärendet avgav jag till styrelsen den 24 augusti och förordade därvid mottagande av den gåva av 5,000 kr., som utlovats av vissa trävarubolag. På direkt förfrågan från styrelsen avgav jag den 19 sept. förslag till arbeten, som borde kunna medhinnas vid skogsförsöksanstaltens norrlandsavdelning 1 okt.—31 dec. 1921. *(Bil. A.)* Under tiden 30 augusti—14 oktober har jag åter varit upptagen av tjänsteresor och kan därför nu först avgiva slutligt yttrande i ärendet.

Framställningarna omfatta en hemställan från 26 trävarubolag i övre och mellersta Norrland »att Kungl. Maj:t täcktes vidtaga sådan åtgärd, att de av försöksledaren för år 1922 begärda medel ställas till Statens Skogsförsöksanstalts norrlandsavdelnings förfogande». »Då medel för år 1921 svårligen torde på samma sätt kunna uppbringas», förbinda sig samma bolag att vid anfordran för avdelningens kontinuerliga drift även år 1921 ställa till Kungl. Maj:ts förfogande ett belopp av tillsammans 5,000 kronor.

Vidare föreligger en framställning från professorerna G. Lundberg och Rutger Sernander samt från skogsvårdsstyrelserna i Norrland, skogsvårdsnämnderna i Norr- och Västerbotten, statens fast anställda högre skogstjänstemän i Norrland och Dalarne jämte ett flertal enskilda skogstjänstemän, varuti hemställes, att Kungl. Maj:t täcktes låta Norrlandsavdelningens verksamhet fortgå kontinuerligt och med fulltalig personal även under 2:a femårsperioden 1 maj 1921—30 april 1926 samt att, då för år 1921 från privat håll för detta ändamål ställts till Kungl. Maj:ts förfogande 5,000 kronor, Kungl. Maj:t täcktes för år 1922 — utöver det i årets statsverksproposition för specialförsöken för norrlandsskogarnas föryngring under år 1922 äskade beloppet om 15,700 kronor — hos riksdagen begära att ytterligare 14,300 kronor måtte få utgå för nyssnämnda ändamål under sistnämnda år.

Kort historik.

Innan jag närmare övergår till en redogörelse för de motiv, som petitionärerna åberopa för sin framställning, vill jag söka i all korthet lämna en redogörelse för Skogsförsöksanstaltens undersökningar rörande de norrländska skogarnas föryngring och den s. k. norrlandsavdelningens tillkomst m. m.

I Skogsförsöksanstaltens första arbetsprogram, godkänt av domänstyrelsen den 3 juni 1903, upptogos dessa frågor för skogsavdelningen med »föreskrifter vid utförandet av föryngringsåtgärder i timmerblädningsskogar i Norrland och Dalarne»,[1] vilka åtgärder — i den mån den botaniska avdelningens undersökningar av försumpad mark fortginge — borde omfatta även sådan mark; för den botaniska avdelningen genom ingående undersökning av omsorgsfullt valda typiska smärre områden av försumpad mark.

Under Skogsförsöksanstaltens första två 3-årsperioder eller under tiden 1902—1908 anlades av skogsavdelningen i huvudsaklig överensstämmelse med de ovan oberopade föreskrifterna 5 försöksfält om sammanlagt 31 avdelningar (ytor), huvudsakligen i granbestånd i Medelpad och Jämtland samt i tallbestånd i norra Dalarne (Älvdalens kronopark). (Resultaten från dessa försök i äldre granskog ha av skogsavdelningen reviderats innevarande sommar och äro avsedda att snarast kunna publiceras.) Vidare verkställdes sådder för utrönande av lämpligaste frömängd vid rutsådd, varvid 4 fält med tillsammans 129 avdelningar kommo på Norrland. För studium av tallens proveniensfråga tillkom dessutom ett fält med 12 avdelningar i Norrland. Botaniska avdelningen utförde under samma tid ingående undersökningar rörande tallhedarnas föryngringssvårigheter och anlade invid Rokliden på Piteå kronopark ett experimentalfält i starkt försumpad skogsmark.

För 3-årsperioden 1909—1911 blev programmet rörande föryngringsåtgärder i timmerblädningsskogar i Norrland inskränkt. Först sedan föryngringsproblemet kritiskt studerats, närmast av botaniska avdelningen, och därvid nödig klarhet vunnits för att kunna anordna systematiska försök härom, skulle försöksytor i sådant syfte anläggas. Under denna period tillkommo därför inga nya ytor för naturlig föryngring i Norrland. Däremot upptog programmet enligt mitt förslag, att frågan om barrträdsfröet, särskilt med avseende på Norrland, skulle underkastas en såvitt möjligt kritisk och allsidig utredning.

Under denna arbetsperiod och under år 1912 tillkommo därför genom skogsavdelningen 13 större försöksfält med 223 olika avdelningar om en areal av ej mindre än sammanlagt 15,78 hektar för utrönande av tallens proveniensfråga för Norrland. (Dessa försöks tillstånd efter 10 år har reviderats somrarna 1919 och 1920. Det omfattande materialet häröver är bearbetat och torde komma att efter ny revision 1922 även bli publicerat inom kort.) Vidare påbörjades under denna period av skogsavdelningens assistent en undersökning över resultatet av äldre markberedningsåtgärder i Norrland.

Botaniska avdelningens undersökning av tallhedarnas biologi skulle enligt programmet kompletteras med försöksfält för att med ledning av de resultat, som av markstudierna vunnits, utpröva lämpliga kulturmetoder. Försumpningsstudierna borde kompletteras med efter anvisning av anstaltens botanist utförd försöksdikning, varjämte undersökningar skulle utföras för att utröna myrutdikningens inverkan på skogens vattenhushållning, tjälbildningen i marken och avrinningen.

[1] Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt H. 1. 1904, s. 21—22.

Botaniska avdelningen anlade också tvenne försöksfält för utprövande av kulturmetoder i tallhedar samt publicerade en avhandling om markens fysikaliska beskaffenhet och om vattentillgången i svårföryngrade tallhedar. Vidare anlades ett stort försöksfält för försumpningsfrågan å Kulbäckslidens kronopark.

För 3-årsperioden 1912—1914 utökades skogsavdelningens program på undertecknads förslag med undersökningar rörande lämpligaste såddtiden i Norrland. Botaniska avdelningens undersökningar rörande tallhedarnas föryngringssvårigheter skulle under denna period fortsättas, varjämte en undersökning över bränningens inverkan på markens näringsomsättning borde utföras. De omfattande undersökningarna i försumpningsfrågan skulle också fortsättas. Under denna period studerade skogsavdelningen de markberednings- och föryngringsförsök, som under 1880- och 90-talen anordnades av skogspersonalen på flera av de norra reviren, och en utförlig redogörelse häröver publicerades. För utrönande av lämpligaste såddtid i Norrland anlades tre försöksfält, å vilka skogsavdelningen besått 36 avdelningar, innan dessa övertogos av den s. k. norrlandsavdelningen.

Vid 3-årsmötet 1915 väcktes slutligen förslag om att på en jämförelsevis kort tid söka erhålla möjligaste klarhet över huru Norrlands äldre skogar lämpligast böra avverkas och föryngras. Närmare motiv härför anföras i Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt H. 12 sid. 63 och 64, och det av undertecknad på grund av den förda diskussionen i frågan upprättade arbetsprogrammet återfinnes å sid. 65—70 i samma häfte.

Detta förslag med däri angiven kostnadskalkyl upptogs i 1916 års statsverksproposition och redan för detta år beviljades under särskild anslagstitel »specialundersökningar rörande norrländska skogarnas föryngring» medel till undersökningarnas påbörjande. Försöksledare för dessa arbeten antogs av styrelsen från 1 maj 1916, och för honom utfärdades av styrelsen en instruktion (bil. B), varigenom vid Skogsförsöksanstalten i viss mån skapades en särskild avdelning å extra stat, »avdelningen för föryngringsförsök i Norrland». Arbetenas fortgång vid denna avdelning under åren 1916 och 1917 liksom förslag till arbetsprogram för åren 1918—1920 framgår närmare av försöksledarens berättelse från mars 1918. (Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 15, sid. 175—188.)

Huru långt arbetet sedermera fortskridit synes i huvudsak av försöksledarens skrivelse till styrelsen av den 20 augusti 1919 (Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1920, s. 20—23), vari äskas anslag för norrlandsavdelningen även under år 1921 i ungefär samma omfattning som förut.

Styrelsen ansåg sig emellertid ej för år 1921 behöva hos Kungl. Maj:t begära högre anslag än 20,000 kronor och avsåg härmed att försöksledaren blott skulle behöva vara anställd t. o. m. fältarbetenas avslutande under år 1921.

En mera fullständig redogörelse för arbetena vid avdelningen för föryngringsförsök i Norrland återfinnes i försöksledarens skrivelser till styrelsen av den 8 september och 10 september 1920 med förslag till kompletteringsarbeten och kostnaden härför för år 1922. (Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1920, s. 23—60.)

Vid i juli månad 1920 anordnat möte med Norrlands skogsvårdsförbund samt exkursion i skyddsskogarna i Jämtland diskuterades i någon mån även den norrländska skogsföryngringsfrågan, varefter förbundet med anledning

av beslut vid mötet inkom med en den 10 augusti 1920 dagtecknad skrivelse till styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt (Norrlands Skogsvårdsf. tidskr. 1920, s. 6—8), vari hemställes, att styrelsen ville vidtaga de åtgärder, som kunna vara av behovet påkallade, för att föryngringsförsök må komma till utförande såväl å olika marktyper inom skyddsskogsområdet som ock å sådana marktyper utom samma område, å vilka dylika försök ännu ej verkställts. Över denna hemställan avgav försöksledaren för de norrländska föryngringsförsöken yttrande den 15 september 1920 (Norrl. Skogsvf. tidskr. 1920, s. 8—17).

Försöksledarens statförslag för år 1922 jämte det av Norrlands skogsvårdsförbund framställda förslaget behandlades av styrelsen vid sammanträde den 17 september 1920 och styrelsens beslut återfinnes i § 16 av protokollet för den dagens sammanträde (Norrl. Skogsvf. tidskr. 1920, s. 17—19).

Det är närmast mot detta styrelsens beslut, som petitionärerna rikta sig, i det de vilja stödja försöksledarens förslag och kostnadsberäkning för fortsatta undersökningar rörande den norrländska skogsföryngringsfrågan.

Skogsodlingsförsöken böra främst anordnas på de mera svårföryngrade markerna.

Ehuru jag själv hade stor del i det för den s. k. norrlandsavdelningen år 1915 uppgjorda arbetsprogrammet, kan jag ej underlåta att framhålla, att det i viss mån tillkom under en panikartad stämning. Många påräknade föryngringar efter avverkningar hade uteblivit eller alltför länge låtit vänta på sig, och en stor mängd utförda skogsodlingar hade slagit fel eller senare angripits av farliga sjukdomar som t. ex. snöskytte. Det låg då något tilltalande uti att genom i stort anlagda försök på kortast möjliga tid söka få praktiska vinkar rörande de gamla norrländska skogsbeståndens föryngring utan att invänta de synnerligen värdefulla teoretiska utredningar härom, som igångsatts av anstaltens naturvetenskapliga avdelning.

De sista åren ha emellertid medfört så pass ökad erfarenhet om norrlandsskogarnas föryngring, att man med bestämdhet nu kan påstå, att föryngringsfrågan i många fall ej är så svårlöst, som man fruktade år 1915. Så ha t. ex. de av skogsavdelningen år 1909 anlagda skogsodlingsförsöken med tall från olika delar av landet tydligen visat, att vi även för ett så pass begränsat område som Norrland ha att räkna med en norrländsk proveniensfråga för tallen.

Flertalet av utförda skogsodlingar, som misslyckats eller dukat under för sjukdomar, ha visat sig vara uppdragna av frö, om vars härkomst man ej haft säker uppgift eller som härstammat från ett från skogsodlingsplatsen rätt så avvikande klimat. I de fall, då lämpligt frö använts, ha däremot skogsodlingar i Norrland gått väl till, om de utförts med nödig omsorg och rutin. Lyckade exempel härpå kunna bland annat påvisas i stor omfattning från Skönviks Aktiebolags marker samt så högt upp i fjälltrakterna som å Fiskåvattnets renbetesfjäll i Frostviken. Det torde sålunda finnas vissa skäl att numera se på frågan mera optimistiskt än förut.

För förståendet av föryngringsproblemet, särskilt i Norrland, ha slutligen naturvetenskapliga avdelningens undersökningar över nitrifikationen i skogsmarken spritt ökat ljus. Med den erfarenhet, man således nu har, måste det

anses ganska onödigt, att föryngringsförsök programenligt anlagts av norrlandsavdelningen å flera lättföryngrade skogstyper som t. ex. den mossrika tallskogen och den mossrika granskogen. För dessa kunna nämligen användas samma skogsodlingsmetoder, som sedan länge prövats vara riktiga för södra Norrland och Bergslagen.

Att ytterligare utvidga norrlandsavdelningens försök på sådana skogstyper kan i varje fall nu ej anses nödvändigt. På en del mera svårföryngrade marker torde dock de redan anlagda försöken tarva en viss komplettering, varjämte skogsodlingsförsök synas mig böra komma till stånd även å sådana svårföryngrade marktyper, varåt i tidigare program ägnats mindre uppmärksamhet. Frågan gäller blott på vad sätt sådan komplettering bör ske och den lämpligaste organisationen härför.

Skogsodlingsförsök böra ej skötas genom ambulatorisk verksamhet.

Innan jag närmare ingår härpå, vill jag principiellt framhålla, att skogsodlingsförsök — såväl sådder som planteringar — föga lämpa sig för, vad jag skulle vilja kalla, ambulatorisk försöksverksamhet. De utföras bäst och på lämpligaste tid vid fasta försöksstationer uti skogarna, där under försöksanstalten sorterande personal kan utföra dem med tränat arbetsfolk och på den lämpligaste tidpunkten. Här kunna de också oftare övervakas med hänsyn till skador m. m., och resultaten kunna sammanställas med observationer från å platsen befintliga meteorologiska stationer. Erfarenheten från skogsavdelningens skogsodlingar och — jag tror även från norrlandsavdelningens — bestyrker denna min uppfattning. Däremot kunna försök för erhållande av naturlig föryngring liksom gallringsförsök från försöksteknisk synpunkt utan större olägenhet förläggas spridda i lämpligaste bestånd, var de än befinna sig, ehuru det av kostnadsskäl (för att minska rese- och hantlangningskostnaderna) kan vara lämpligt, att även dessa koncentreras så mycket som möjligt och då helst till särskilda försöksparker, där de även kunna oftare övervakas, varigenom nödiga revisioner bli verkställda på rätt år — nu inträffar det med de spridda ytorna ej så sällan, att revisionen blir utförd antingen något år för tidigt eller (oftare) något år för sent.

När styrelsen hos Kungl. Maj:t avstyrkt försöksledarens förslag om anläggande av nya försök i större omfattning, så har det enligt protokollet av den 17 september 1920 skett på de skäl, att de föreslagna utvidgningarna, i den mån de icke lämpligen borde direkt övertagas till utredning på hittills använt arbetssätt av försöksanstaltens skogsavdelning skulle bliva föremål för behandling å de försöksparker, som redan äro anordnade eller under de allra närmaste åren komma att anordnas i Norrland.

Till en början vill jag söka utreda, huruvida en komplettering av undersökningarna kan ske på sätt styrelsen anfört, eller om det är nödvändigt välja den dyrare organisationen, som föreslagits av försöksledaren. Vad då först gäller de spridda skogsodlingsförsöken, anser jag att skogsavdelningen med sin nuvarande personal ej kan åtaga sig anläggande av nya sådana i någon större omfattning. Härför skulle ovillkorligen krävas personalökning. Men — som jag här nedan skall visa — torde ej så många spridda kulturförsök behöva utföras med undantag av dem som tarvas inom fjällskogarna. Å försöksparkerna kan däremot skogsavdelningen även med nuvarande personal

åtaga sig att i allt väsentligt utföra de kompletteringar av norrlandsavdelningens material, som försöksledaren anser nödvändiga. Visserligen kunde tänkas, att norrlandsavdelningen själv skulle kunna å försöksparkerna utföra det nödvändiga kompletteringsarbetet av sitt material. Häremot vill jag dock framhålla, att det är mindre lämpligt, att undersökningar, som mera direkt hänföra sig till praktiskt skogsarbete, å en och samma park utföras av två skilda avdelningar. Slitningar beträffande order till vederbörande skogsmästare, vilken bör sortera under endast en person, eller tvister om skogsbeståndens eller hyggenas disposition kunna då alltför lätt uppstå. Utan omorganisation av den nuvarande s. k. norrlandsavdelningen anser jag en sådan utväg därför föga lämplig.

Frågan gäller då närmast, om dessa ifrågasatta nya ytor lämpligen kunna och böra förläggas till de redan beslutade försöksparkerna. Härpå tror jag mig kunna *i huvudsak* svara jakande.

Nuvarande försöksparker.

De försöksparker, som det nu till en början gäller, äro:

Siljansfors bruksskog i Mora socken, belägen i höglandet väster om Siljan på 200—430 meters höjd över havet. Arealen är 1,112,$_{81}$ har produktiv skogsmark och en totalareal av 1,455,$_{29}$ har. Skogen representerar förhållandena i vissa delar av norra Bergslagen, norra Dalarna (delvis typisk Hamra-natur), delar av Hälsingland och inre delarna av mellersta Norrland (Härjedalen). Medeltemperaturkurvan för Siljansfors går upp genom mellersta Norrland till Sundsvall. Berggrunden utgöres nästan uteslutande av porfyr och Dalasandsten, och parken representerar därför åtminstone geologiskt sett det stora område av norra Dalarna och inre Norrland, där denna bergart förhärskar. Dessutom finnas här alla skogstyper representerade från den magraste tallhed av Gällivare-typ till den örtrika granskogen. Här finnas med andra ord alla boniteter mellan III(II)—VIII. Av tallen förekommer i huvudsak den typiska norrländska formen *(v. lapponica)* och även granen har den för Norrland karaktäristiska smala kronan.

Kronoparken Kulbäcksliden i Degerfors socken, Västerbottens län. Å parken finnas såväl tall- och granskogar som i synnerhet försumpade granskogar. Skogen har en areal av 2,382 har, varav till en början omkring 955 har jämlikt 1921 års riksdags beslut komma att reserveras som försökspark. Å tilläggsstat för år 1921 äro beviljade 5,000 kronor för uppförande av en större skogskoja å parken.

Kronoparken Svartberget i samma socken, belägen i relativt gynnsam skogstrakt, 6 km öster om Vindelns station. Parken omfattar 928 har av omväxlande skogs- och marktyper. I denna park finnas även avsevärda områden med svårföryngrade tallhedar å sandmark samt lerbrännor. Av 1921 års riksdag har beviljats 45,000 kronor[1] till uppförande av en skogsmästarbostad med museum och arbetsrum samt 8,000 kronor till inventarier och instrument för försöksparken.

Huruvida eventuellt ytterligare en eller två försöksparker skulle krävas i Norrland torde behöva närmare utredas och jag skall längre fram återkomma härtill.

[1] Av Kungl. Maj:t sedermera minskat till 40 000 kr.

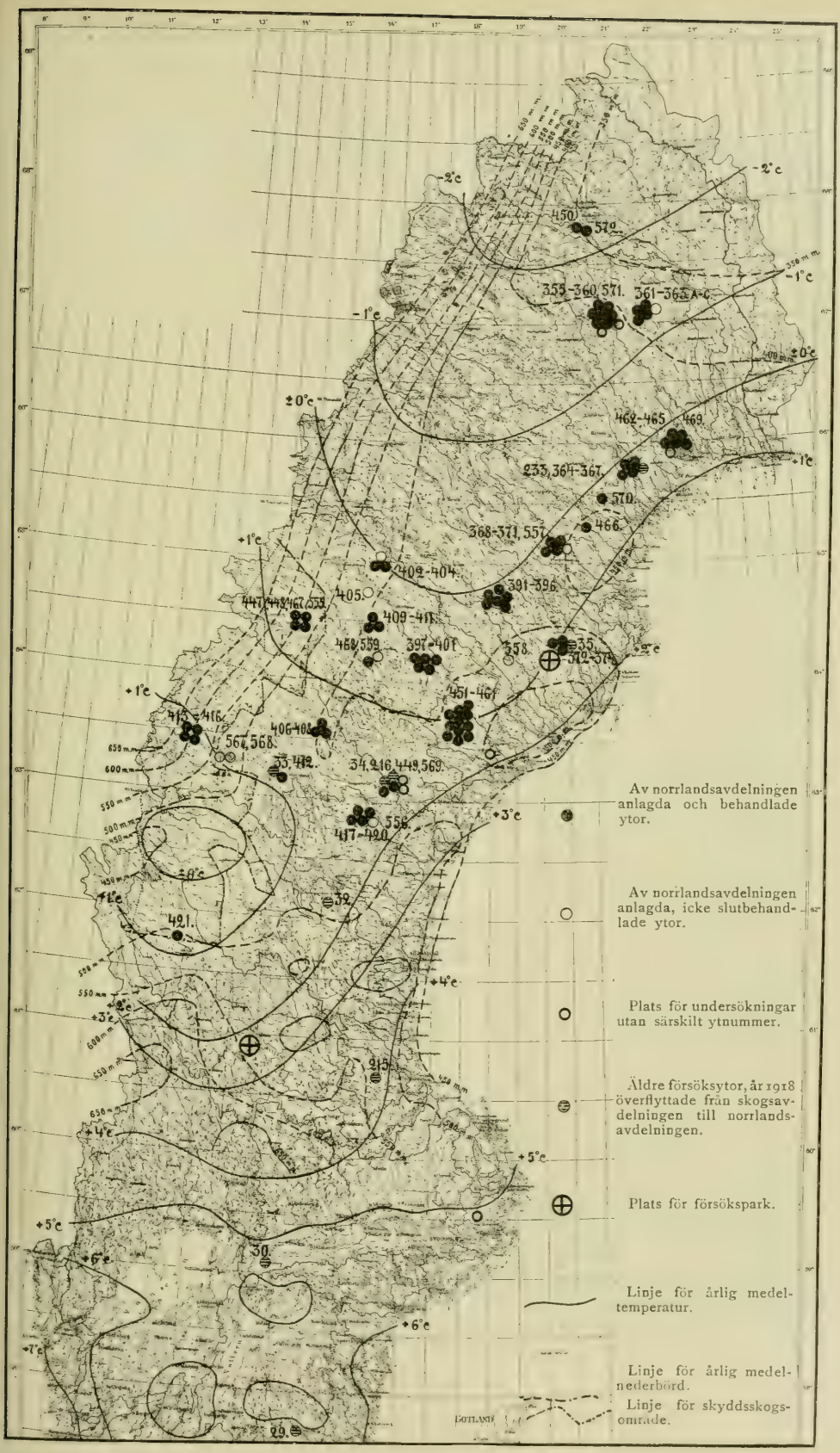


Fig. 1. Karta utvisande belägenheten av norrlandsavdelningens försöksytor.

Av här vidstående, efter jägmästare Wibecks anvisning upprättad, karta (fig. 1) framgår, i vilken omfattning försök för olika ändamål anlagts av den s. k. norrlandsavdelningen.

Enligt min uppfattning *kunna* följande av försöksledaren föreslagna kompletteringsarbeten utföras av skogsavdelningen å de redan beslutade försöksparkerna (här följas samma rubriker och litterering som i försöksledarens inlaga av den 8 september 1920).

Utförbara kompletteringsarbeten i redan beslutade försöksparker.

I. Undersökning av Norrlandsskogarnas fröproducerande förmåga.

a) Tallens och granens kottsättning, frömängd, fröbeskaffenhet etc. i olika delar av Norrland.

För denna frågas lösning kan personalen å försöksparkerna ej bidraga i någon nämnvärd grad annat än genom insamling av fröprov från träd i olika höjdlägen m. m. å själva försöksparkerna. För utredningen kräves dock mera omfattande material, insamlat över hela Norrland. Jag skall därför här nedan närmare återkomma till denna fråga.

b) Kottsättningens styrka hos samma trädindivid under olika år och befintligheten av en eventuell särprägel beträffande mängden och grobarheten hos fröet från visst moderträd.

Detta är just en fråga som, vad beträffar fältarbetet, lämpar sig för försöksparkerna. Den årliga insamlingen från vissa bestämda träd sker bäst här, där flyttbara mekaniska stegar finnas stationerade. Och den blir också å dem billigast för statsverket. Att, som nu sker under kottplockningstiden, sända ut ett skogsbiträde från Stockholm för att plocka kott från 20 träd vid Gällivare och 7 vid Bispgården — under sådan resa kunna svårligen andra skogsarbeten utföras än som omförmälas här nedan under mom. c) — blir i längden meningslöst dyrbart.

c) Frågan om de gamla trädens fröbarhet.

Av samma skäl som anförts under b) bör denna insamling kunna ombestyras av skogsmästarna på försöksparkerna och således utan resekostnader, därest på försöksparkerna finnes tillräckligt gammal skog som avverkas. Så är också fallet i de nuvarande tre försöksparkerna i Norrland och Dalarna.

II. Försök för erhållande av naturlig föryngring.

a) Markluckringens inflytande på utvecklingen av svagt tillväxande självsådd på tallhed.

Under denna fråga föreslår försöksledaren följande: »På grund av de uppmuntrande försök att stimulera stagnerande självåterväxt å tallhed medelst körning med fjäderharv, vilka meddelas från nuvarande Västra Jörns revir, får jag föreslå att dessa försök underkastas en noggrannare granskning samt att, för den händelse denna utfaller gynnsamt, liknande mera summariska och ekonomiskt tänkbara maskinella markuppfriskningsmetoder försökas på hedland av olika typ.» Han beräknar, att de nya försöken skola omfatta en areal av 1,50 hektar. Dessa kunna lämpligen förläggas dels till trakten

väster om Harkonberget å Siljansfors, där det å mager tallhed finnes flera hektar med sådan tynande uppväxt, dels till tallhedar av 2 till 3 olika godhetsgrader å Svartbergets försökspark. Försökens fördelning över landet blir också härigenom den bästa, då sådana försök förut finnas å ytan 336 (Kavaheden vid Gällivare), 395 (Abborrträskliden vid Lycksele) samt 421 (Älvros i Särna).

b) Markberedning av olika slag.

Försöksledaren föreslår: »att programmet ökas så, att i de råhumusrika granmarkerna och som markberedningsförsök av förut utförda slag, men med efterföljande tallsådd verkställas. Minst 3 dylika försöksytor, närmast avsedda att tjäna som parallellförsök till de synnerligen svaga ytorna 370 (Månghörningen i Jörn), 400 (Åsele kyrkoherdeboställe) samt 401 (Källåliden i Åsele) böra anläggas i nedre skogslandet.» Lämpligast tänkbara lokal härför erhålles med visshet å de 955 har råhumusrika granmarkerna å Kulbäcksliden och just där passa försöken bäst geografiskt sett med hänsyn till hittillsvarande ytors belägenhet. Vidare föreslås att »på tallhed göras ett par försök, avseende att utröna hur plöjning och sådd med Widéns kulturplog året före beståndets avverkning gestaltar sig». Detta är ett experiment, som just typiskt lämpar sig för att utföras å försöksparkerna, och såväl Siljansfors magra blockrika hedar å porfyrmark som tallhedarna å sandmark å Svartberget torde lämpa sig härtill.

Under denna rubrik gjorda förslaget, att »nya lovande markberedningsredskap avprovas på mark av olika slag», utföres helt naturligt bäst å försöksparkerna, där de kunna anordnas utan särskilda resekostnader för statsverket och utföras av vana skogsarbetare.

Vidare föreslås omfattande markberedningsförsök i fjällskogarna. Så länge ej Skogsförsöksanstalten har utsikt att erhålla någon försökspark i fjällskogarna måste dessa försök liksom alla för fjällskogarna avsedda undersökningar lösas på annat sätt. Förslagen rörande fjällskogarna förbigås därför till en början i det följande, då styrelsen föranstaltat om särskild utredning härom.

c) Fröspridningens storlek och marktäckets förändring å trakthygge på olika avstånd från beståndskant.

Ytterligare studier härom föreslås att förläggas till större befintliga kalhyggen. Dessa studier kunna, därest de överhuvudtaget äro nödiga och lämpliga, göras under de tre sommarmånaderna enligt den av styrelsen föreslagna organisationen för norrlandsavdelningen.

III. Skogsodlingsförsök.

a) Jämförelse mellan olika såddmetoder.

För närvarande finnas ytor i lavrik tallhed nr 358 (Gällivare), 395 (Lycksele) och 433 (Avafors), å mossrik tallskog 365 (Boden), 373 (Svartberget), å risrik granskog med svårartad råhumus 363 A (Lina kronopark, Ängeså revir), 369 (Jörn), 398 (Åsele), 409 (Dorotea), å risrik granskog med godartad humus nr 361 (Lina kronopark, Ängeså), 418 (Ansjö i Bräcke revir), 447 (Frostviken).

Försöksledaren föreslår att försöken utökas med att »ytterligare tvenne kontrollförsök med resp. ruthackning *med* och *utan* djupluckring samt streck-

sådd anläggas i samma skogstyper som förut. På de råhumusrika granmarkerna bör därvid jämväl sås med tallfrö. Det kan sättas ifråga, om ej det ena av dessa kontrollförsök borde förläggas till hösten.» Av de nu föreslagna utvidgningarna kunna lämpligast — även geografiskt sett — de två serierna å tallhed liksom ock höstserien förläggas till Svartberget.

De två serierna i mossrik tallskog torde ej vara nödvändiga. Däremot anser jag att dylika försök böra utföras på de s. k. lerbrännorna. Sådana lavbevuxna lerbrännor av svårföryngrad typ finnas i stor omfattning å Svartbergets försökspark.

De två serierna i risrik granskog med svårartad råhumus förläggas — med hänsyn till föregående försöks belägenhet — bäst till Kulbäcksliden. Även skulle hit kunna — med hänsyn till den geografiska spridningen — läggas de två ytorna i risrik granskog med godartad humus, därest sådan finnes på Kulbäcksliden, vilket är sannolikt. Dock är det tvivelaktigt, om sådana försök behöva utföras.

Det torde således framgå av det sagda, att de redan befintliga försöken i denna fråga kunna med fördel kompletteras på de beslutade försöksparkerna. För övrigt hyser jag den bestämda uppfattningen, att just sådana försök, där skogsodlingsplatserna ofta böra observeras, endast böra förläggas till försöksparker, där de kunna tillses av på platsen boende personal och därstädes eventuella uppfrysningsfenomen kunna sammanställas med å platsen uppmätta meteorologiska data. Försöksledaren föreslår, att de förut av skogsavdelningen och sedan av den s. k. norrlandsavdelningen bedrivna höst- och vårsådderna, som i år avslutas, skola fortgå i nya serier utan djupluckring. Detta bör även bäst ske å försöksparkerna, där sådderna kunna utföras med t. ex. ett par veckors mellanrum över större delen av vegetationsperioden. Sådana undersökningar kunna däremot ej lämpligen förläggas till spridda ytor med dyra resekostnader, därest personalen skall resa till platsen ideligen från andra arbeten eller från Stockholm. Detta har också erfarenheten visat genom att höstsådderna ofta blivit utförda vid olämplig tidpunkt.

b) Frågan om hyggets lämpligaste ålder vid skogskultur.

För denna fråga finnas hittills tvenne serier, en å Ansjö (556) i Jämtland och en å Månghörningen (557) i Jörn. Försöksledaren föreslår, att försöken utökas med »en i mossrik tallskog och två i granskogar i höglägen. Härför upptages i tablån en areal av 1,50 hektar. Åtminstone den ena serien i granskog bör kunna förläggas i Kulbäcksliden, ytan i mossrik tallskog är ej nödvändig.

b 1) Frågan om tall- och granfröets användbarhet vid förflyttning mellan olika höjdlägen.

Härför finnes hittills en serie i Bispgården för 100, 200, 300 och 400 meters höjd över havet och en serie i Järpen i Jämtland å 330, 430, 530 och 630 meter över havet. För dessa undersökningar upptager Wibeck en utökning med 0,80 har. Därför lämpa sig knappast försöksparkerna. På Siljansfors äro dock redan hyggen reserverade på 200 och 400 meters höjd och ett på ungefär 300 meter kan erhållas, samtliga med redan uppsatta fullständiga meteorologiska stationer. I övrigt skulle dessa små försök kunna eventuellt medhinnas av norrlandsavdelningen under den tid dess försöksledare enligt riksdagens beslut skulle tjänstgöra.

c) Jämförelse mellan olika planteringsmetoder.

De hittills utförda försöken finnas å lavrik tallhed å ytorna nr 355 och 357 (Gällivare), 394 (Lycksele) och 462 (Avafors);

å mossrik tallskog nr 364 (Boden) och 372 (Svartberget);

i granskog med svårartad råhumus n:r 363 (Ängeså), 368 (Jörn) och 397 (Åsele;

i granskog med godartad råhumus nr 417 (Ansjö, Bräcke) och 467 (Klumpvattnets renbetesland);

i granskog å mullrik (örtrik) mark n:r 407 (Åsen, Östersund), 411 (Dorotea) och 413 (Duved).

Försöksledaren föreslår utvidgning av dessa försök på en areal av 1,10 hektar så att »i granskog med svårartad råhumus i nedre skogslandet anlägges minst ett par ytor, som planteras med tall i stället för med gran». Med hänsyn till de redan befintliga ytornas belägenhet bör åtminstone den ena av dessa kunna förläggas till Kulbäcksliden.

e) Försök avseende att jämföra olika plantförband.

Försöksledaren föreslår för sin del ingen utökning av dessa försök, utan anser, att de böra utföras av skogsavdelningen. För egen del vill jag blott framhålla, att vid nödiga planteringar å de tre försöksparkerna, planteringar å olika förband kunna utföras, och således ändamålet med undersökningen i denna grupp nås utan särskild extra kostnad.

f) Undersökning av utsikterna för sådd och plantering å olika myrtyper efter avdikning.

De ytterligare skogsodlingsförsök, som böra utföras, föreslår försöksledaren själv att de koncentreras till försöksparkerna. För egen del kan jag nämna att å alla tre försöksparkerna finnas lämpliga områden härför både å redan uppdikade myrar och å myrar, som böra och kunna utdikas. Den komplettering med granplanteringar, som bör utföras i ytorna 451—455 samt 457—461 kan ske på den kortare tid, som försöksledaren är anställd vid Norrlandsavdelningen.

Sedan förestående sammanställning gjorts ha under sommaren 1921 av försöksledaren anlagts 6 ytor med en areal av 9,33 har, som ytterligare komplettering till det förut befintliga materialet. Denna komplettering omfattar bl. a. två serier 555 (Klumpvattnets renbetesland) och 468 (Hoting) i mossrik granskog, avseende att belysa hyggets lämpligaste ålder vid skogsodling, varigenom den av försöksledaren föreslagna kompletteringen i denna fråga skulle kunna anses fullföljd. —

Som en sammanfattning av granskningen av försöksledarens förslag till nya försöksytor vill jag framhålla, att utav de av honom föreslagna nya försöksytorna på en areal — utom fjällskogarna — om 24,80 hektar kunna — enligt min mening — 19,75 har bäst förläggas till de redan befintliga tre försöksparkerna, försök om minst 1,50 har anser jag för närvarande ej alls nödvändiga och den återstående arealen av 3,55 har skulle medhinnas av norrlandsavdelningen, då nu försöksledaren skall tjänstgöra tre månader om året mot de ursprungligen i förslaget upptagna två månader under den s. k. andra femårsperioden. — Och jag vill tillägga att just *med hänsyn till de klimatiska*

växlingarna i Norrland förläggas dessa ytor om 19,75 har med ganska stor fördel till de redan befintliga försöksparkerna. Härtill kommer att alla dessa försök kunna observeras under kända lokalklimatiska förhållanden, medan de spridda försöken måste hänföras till för övre Norrland rätt osäkra meteorologiska medeltal. Det måste nämligen anses ekonomiskt outförbart att uppsätta och avläsa meteorologiska stationer vid de spridda försöksytorna.

För att sålunda få den föreslagna kompletteringen av norrlandsavdelningens ytor på omkring 24 har behöver ej norrlandsavdelningen göras permanent under andra femårsperioden. Jag är övertygad om att kompletteringen i huvudsak kan, som redan framhållits, ske av skogsavdelningen å försöksparkerna under åren 1922—1924. Hade de kommit att utföras av försöksledaren enligt dennes arbetsplan, hade de sannolikt blivit utförda under åren 1921—1923. Den försening av Norrlandsundersökningarna med ett eller annat år, som skulle bli en följd av den utav styrelsen intagna ståndpunkten, är rätt obetydlig och motväges jämväl av att försöken kunna för statsverket utföras billigare å försöksparkerna, där de också bli bättre utförda av vana skogsarbetare, och utan att någon extra resekostnad tillkommer för personalen från Stockholm.

Med den ovan lämnade redogörelsen och med påpekandet att flertalet av de utav försöksledaren föreslagna kompletteringsarbetena *kunna* utföras i de redan beslutade försöksparkerna, vill jag däremot ej ha sagt, att dessa försöksparker ensamma representera alla växlande förhållanden inom det vidsträckta Norrland. Men redan finnas, såsom den av jägmästare Wibeck upprättade kartan visar, en mängd försök spridda inom Norrland och flertalet av dessa komma ju under alla förhållanden i fortsättningen att revideras och studeras.

Samma karta visar också att inom övre inre skogslandet ej blivit anlagda några försök såsom i Stensele, Sorsele, Malå, Arvidsjaur, Arjepluog och Jokkmokk. Med detta påpekande vill jag dock ej förorda anläggandet av alltför många spridda försök i dessa mer svårtillgängliga och mindre produktiva trakter av Norrland. Som jag redan antytt, ställer jag mig nämligen ganska skeptisk till att verkliga resultat kunna erhållas med sådana spridda försök, som ej kunna nog ofta övervakas och för vilka de lokalklimatiska förhållandena ej äro kända. Jag tror snarare att mycket mera vinnes för Norrlands skogsföryngringsfrågor genom de av naturvetenskapliga avdelningen bedrivna undersökningarna, vilka sedan lämpligast omföras i praktiken först å försöksparker med fast anställd personal, där man bättre kan ha de på försöken inverkande olika faktorerna i sin hand.

Jag vill i detta sammanhang anföra ett par belysande exempel. Vid norrlandsavdelningen utföras höst- och vårsådder på flera olika platser. Dessa ha givit ett mycket dåligt resultat för höstsådderna. Samtidigt vet man, att skogsmän i övre Norrland utfört höstsådder med gott resultat. Varpå kan det då bero, att försöksanstaltens höstsådder slagit så illa ut? Ja, härom kan man ej få besked, då det ej varit möjligt att följa höstsåddernas utveckling. Man vet ej om fröna under år, då sådden skett relativt tidigt, grott redan om hösten; man vet ej, om det är på grund av uppfrysning eller upptorkning som plantorna ej finnas; man vet ej, om plantorna eventuellt stått under vatten i såddgroparna etc. eller om de på hösten sådda fröna spolats bort vid snösmältningen. Man vet blott, att följande höst endast

finnas så och så många plantor i höstgroparna mot i vårgroparna. Men på sådant sätt löses ej frågan om höst- eller vårsådd — ej ens för direkt praktiskt bruk. På en försökspark, där personal varje vecka kan övervaka såddgroparna, skulle helt säkert mera upplysande resultat nåtts.

Lokalklimatets betydelse framgår av följande iakttagelse. Å mycket gynnsamt läge i sydvästlut mot Indalsälven å Oxböle kronopark anlades 1905 en del sådder med frö från olika trakter av landet. Frö från Småland, Uppland och Dalarna ha gett upphov till oväntat goda plantor, som ej ha så utpräglad karaktär av sydländsk proveniens, som man väntat. Men 150 meter högre över havet upp på samma kronopark har i nu 13-åriga proveniensförsök all tall från liknande trakter antingen gått ut eller uppvisar utpräglad »tysktallskaraktär». Det torde vara det olika klimatet, som är orsaken härtill, men man känner ej temperaturskillnaden å dessa platser, och de vanliga meteorologiska medeltalskurvorna kunna intet upplysa härom.

Ytterligare 1 à 2 försöksparker eller försöksstationer i Norrland önskvärda.

Det torde därför böra omsorgsfullt övervägas om ej för lösningen av viktiga problem rörande norrlandsskogarnas föryngring och vård borde inrättas ytterligare ett par försöksparker i Norrland. I första hand synes mig böra tillkomma en park utmed bansträckan Hoting—Stensele. Intresset för en försökspark i dessa trakter är så stort hos de stora skogsbolagen, att det är ganska sannolikt att ett parkområde kan av dem komma att erbjudas på ungefär samma villkor som Siljansfors i Dalarna, därest ej en lämplig, välbelägen del av kronopark förefinnes.

Om det vid rekognoscering visar sig, vilket är möjligt, att det är svårt att i dessa trakter erhålla en representativ försökspark, vill jag i stället livligt förorda en försöksstation med huvudsäte i Stensele, där en skogsmästare borde vara stationerad. Sedan kunde grupper av försök på 50—100 hektar spridas på några få typiska platser utefter Inlandsbanan. Fördelen med en fast replipunkt för undersökningarna, även om en fullständig försökspark ej inrättas, tror jag ej kan jävas. Kulturförsöken kunde härigenom utföras på bättre tidpunkt än nu alltid kan bli fallet, meteorologiska observationer kunna genom självregistrerande apparater avläsas å de olika försökskomplexen etc.

Vidare vore det synnerligen önskvärt att erhålla en försökspark i norra Hälsingland med dess enhetliga geologiska byggnad eller eventuellt i Medelpad även om härmed ännu måste anstå några år.

Med ytterligare två sådana parker eller stationer och de redan befintliga tre parkerna skulle de egentliga skogstrakterna i Norrland och övre Dalarna vara synnerligen väl representerade. Endast för fjällskogarna och för övre inre Norrbotten skulle ett mindre antal spridda ytor fortfarande bli erforderliga.

Slutligen vill jag betona, att det finnes för Norrland många viktiga skogsföryngringsproblem, som ej upptagits av norrlandsavdelningen, då de ej ännu stått på dess program. Dit hör exempelvis den s. k. marbuskfrågan. Skogsavdelningen har därför i år anlagt försöksytor härför å Hörnefors i Västerbotten samt planlagt omfattande liknande försök å Siljansfors. Även å Svartberget och möjligen också å Kulbäcksliden kan denna fråga bliva underkastad ingående studier och försök.

En annan undersökning av allra största vikt är de försumpade granlidernas

försättande i fullt produktivt tillstånd. Härför har naturvetenskapliga avdelningen utfört grundläggande studier av epokgörande karaktär, och det gäller att härpå bygga praktiska försök. Dessa kunna för närvarande ej utföras bättre på annan plats än å försöksparken Kulbäcksliden.

Vidare böra mera systematiska blädningsförsök i samband med studier över blädningsskogens sammansättning och tillväxt ske i Norrland. Den moderna riktningen inom skogshushållningen i alla länder går mot ökat intresse för naturlig föryngring och för blädning. Just i vårt vidsträckta skogsland, Norrland, bör denna fråga ägnas största möjliga uppmärksamhet. Förra året anlade också skogsavdelningen en mindre yta för sådana undersökningar på Robertsfors i Västerbotten och har i år behandlat större områden av olika typ härför å Siljanfors i Dalarna.

Fröfrågan.

Återstår härefter att något belysa *undersökningen om norrlandsskogarnas fröproducerande förmåga.* Beträffande tallen har försöksledaren här sammanbragt ett mycket stort material, vars bearbetning dock ännu ej skett fullständigt. En mycket uppmärksammad uppsats i ärendet föreligger dock redan. Däremot har under den gångna femårsperioden av norrlandsavdelningens verksamhet ej inträffat något granfröår. Visserligen torde en undersökning av det norrländska granfröet ej vara av samma betydelse som av tallfröet, men bör ändå ske, då i år inträffat ett rikt granfröår.

Synbarligen har det varit styrelsens mening i denna speciella fråga, att staten ej kan underhålla en avdelning permanent enbart för att vänta på ett granfröår, utan torde styrelsen avsett, att — när sådant fröår inträffar — särskilda anstalter måste vidtagas. Fröinsamlingen har hittills utförts av skogsstatens personal (kronojägarna), och utklängningen av fröet har verkställts av norrlandsavdelningens skogsbiträde. Själva fröanalysen har utförts av detta biträde eller extra arbetshjälp. Så kan också ske vid ett inträffande granfröår. Däremot kan man ej begära, att övervakandet av detta arbete samt utsändandet av rekvisitioner av grankott skulle kunna ske av försöksledaren, när han tjänstgör å revir. Vid ett inträffande fröår kunde dock styrelsen uppdraga åt någon försöksanstaltens tjänsteman att utföra sådant arbete. Men något skäl att för en sådan undersökning, till vilken lämpliga personer finnas, hålla avdelningen permanent, torde som nämnt ej kunna anses föreligga. Redan i höst torde f. ö. genom försöksledaren bli insamlad all den grankott, som behöves för en undersökning om granfröets beskaffenhet i Norrlands olika delar. Resultatet av undersökningen i år kan bli vägledande för att bedöma om dessa undersökningar av granfrö böra fortsättas även vid nästa granfröår.

Med denna utredning tror jag mig sålunda ha visat, att genom den av styrelsen intagna ståndpunkten rörande norrlandsavdelningens organisation knappast något behöver eftersättas rörande själva undersökningarnas *utförande å fältet eller beträffande fröundersökningarna.*

Bearbetningen av undersökningsmaterialet.

Något annorlunda ställer det sig däremot med *bearbetningen* och *publicerandet* av undersökningarna. Beträffande norrlandsavdelningen skulle ju detta ar-

bete huvudsakligen ske under den s. k. 3:dje femårsperioden. Att framflytta tiden för slutbearbetandet till 12 år för att få ha avdelningen permanent under hela tiden synes mig knappast välbetänkt, då flertalet av skogsodlingarna inom denna tid ej nått den utveckling, att det slutliga resultatet kan avläsas — de ha med andra ord då ännu ej växt ifrån sådana barnsjukdomar som t. ex. snöskyttet. Snarare tror jag det kunde med skäl övervägas om ej den 3:dje femårsperioden skulle behöva förlängas i stället för att förkortas, som petitionärerna mena.

Redan nu torde emellertid en del smärre förberedande meddelanden kunna göras genom bearbetning av det insamlade materialet. Försöksledaren har också lämnat mig en förteckning över de uppsatser, som han anser sig kunna slutföra under närmaste tid.

I detta sammanhang vill jag erinra, att skogsavdelningen har under senare åren samlat ett synnerligen omfattande material rörande skogsbeståndens och trädens tillväxt m. m., vilket material ej kunnat bearbetas på grund av brist på personal och särskilt i brist på tillräckligt utbildad personal. Vad som framför allt därför behöves vid Skogsförsöksanstalten är en fullt vetenskapligt skolad matematiker. En sådan person behöves ej blott för skogsavdelningens omfattande material om trädens form m. m. utan även i lika hög grad för bearbetningen av resultaten från norrlandsavdelningens skogsodlingsförsök och fröundersökningar. Det gäller att på bästa sätt härvid tillämpa sannolikhetsberäkningar genom fullt riktiga grupperingar m. m. De brister, som ett material kan hava, framträda härvid tydligare, och relativt säkra resultat kunna utläsas ur ett mindre material än då blott en rent statistisk bearbetning verkställes. Det viktigaste tillskottet i försöksanstaltens personal synes mig därför för närvarande vara anställandet av en tillräckligt kompetent matematiker.

Först i andra rummet synes mig böra komma diskussionen om hur personalfrågan ordnas vid den s. k. norrlandsavdelningen *under dess 2:dra femårsperiod*. Härvid torde intet av de hittills väckta förslagen vara fullt tillfredsställande, varken försöksledarens eller petitionärernas förslag och ej heller den av styrelsen intagna ståndpunkten med *helt* vidhållande av den från början skisserade organisationen för norrlandsavdelningen.

Det torde böra tagas under noggrant övervägande, om ej på grund av försöksparkernas tillkomst en omorganisation av såväl skogsavdelningen som av norrlandsavdelningen, är behövlig. Härvid bör, synes det mig, utredas, om ej ett sammanförande av de båda avdelningarna skulle medföra enhetligare arbetsresultat och framför allt billigare resekostnader.

Emellertid synes mig, som jag redan framhållit, det vara viktigast för *närmaste tiden*, att vid försöksanstalten anställes en matematiskt särskilt utbildad tjänsteman såsom överassistent. Härjämte bör för att ordna arbetena för de speciella norrlandsundersökningarna vid de sammanslagna avdelningarna vid skogsavdelningen förordnas en tränad skogsman som hjälp för ledningen av arbetena vid avdelningen om sommaren, och som under vintern självständigt kan publicera gjorda rön och undersökningar. För att härtill skall kunna erhållas en dugande man (eventuellt en ordinarie revirförvaltare) bör ett anslag, minst motsvarande avlöningen av en revirförvaltare med bostadsort i Stockholm stå till förfogande.

Då biträde av en jägmästare eventuellt benämnd försöksledare är önskvärt så fort som möjligt, vore det fördelaktigt om från 1 juli 1923 kunde finnas medel härför tillgängliga.

Skyddsskogarna.

I detta sammanhang bör också övervägas, huru det bör ordnas med försöks anläggande i skyddsskogarna. Jag vill rörande den frågan dels hänvisa till Norrlands skogsvårdsförbunds framställning och dels erinra om, att styrelsen uppdragit åt professorerna Hesselman och Schotte samt jägmästare Wibeck att inkomma med fullständig plan och kostnadsförslag för dylika undersökningar. Vid muntlig föredragning inför styrelsen har jag meddelat, att vi tre, som fått uppdraget att utarbeta den ifrågasatta planen, ej ansett oss kunna slutgiltigt avlämna sådant förslag utan rekognosceringar på ort och ställe i själva skyddsskogarna. Under en sådan rekognoscering skulle även kunna förslagsvis utstakas några försöksytor, så att på marken kunde diskuteras vad härigenom vore att vinna. Vid denna rekognoscering borde också uppmärksamheten riktas på om i fjällskogarna eventuellt skulle kunna erhållas ett eller två områden, som vore tillräckligt representativa för att dit skulle kunna förläggas så många försök som möjligt, helst kombinerade med meteorologiska observationer. Beträffande undersökningarna i fjällskogarna bifogar jag dessutom ett förslagsutkast (bil. C.).

Det synes mig uppenbart, att intresset för undersökningar i Norrland och särskilt rörande skogsföryngringsfrågor är mycket stort bland såväl de stora skogsbolagen som hos skogspersonalen i såväl statens som enskild tjänst. Det har därför varit en lätt uppagiterad mark, när det gällt att få till stånd en opinionsyttring till främjandet av dessa undersökningar. Efter vad jag erfarit vid samtal med flera av undertecknarna har dock tydligt styrelsens avsikt missuppfattats. Härtill ha också bidragit en del oriktiga uppgifter i flera av de i skogstidskrifterna förekommande uppsatserna i frågan. I allt väsentligt äro dessa inlägg bemötta genom den ovan lämnade redogörelsen. Jag vill dock här göra ytterligare ett påpekande.

Omfattningen av skogsavdelningens undersökningar i Norrland.

I en handlingarna bilagd uppsats av jägmästare Ronge uppgives, att skogsavdelningens försöksytor inom Norrland endast utgöra 20 procent av totala antalet inom landet. Författaren menar här synbarligen antal nummer, då hans beräkning är någorlunda riktig, dock har skogsavdelningen av sina 471 nummer för närvarande 133 i Norrland eller 28 procent. Men räkna vi med dessutom 40 tillfälliga ytor i Norrland, blir det 34 procent. Av detta ytantal ha 3 i södra och 7 i norra Sverige sedermera överlåtits åt Norrlandsavdelningen, men inverkar detta ej nämnvärt på procenttalet. Taga vi hänsyn till antalet avdelningar finnas ungefär lika många i Norrland som i södra Sverige (jag räknar i detta fall givetvis Särna, Idre och Älvdalen i Dalarna, eller trakter över huvud taget där *Pinus silv. lapponica* växer, till Norrland).

Jag kan för övrigt belysa detta mitt påstående med följande faktiska siffror.

Av skogsavdelningens anlagda försöksytor, till och med år 1920, omfatta:

Uppskattningsytor:

södra Sverige 30 nummer med 32 avd.; Norrland 52 nummer med 53 avd. eller 62 procent i Norrland.

Gallringsytor:

södra Sverige 197 nummer med 259 avd.; Norrland 73 nummer med 94 avd. eller 27 procent i Norrland.

Föryngringsförsök och skogsodlingar med inhemska trädslag:

södra Sverige 35 nummer med 315 avd.; Norrland 41 nummer med 484 avd. eller 61 procent i Norrland.[1]

Försök med främmande trädslag:

södra Sverige 76 nummer med 107 avd.; Norrland 7 nummer med 15 avd. eller 12 procent i Norrland.

Av sammanlagda antalet avdelningar ligga således 48 procent i Norrland.

I detta fall är dock en jämförelse med antalet nummer eller avdelningar ej riktigt, utan man bör taga vissa speciella frågor och se efter huru antalet ytor fördelar sig i de båda landsdelarna. Taga vi då t. ex. gallrings- och produktionsundersökningar i tallskogar, visar det sig, att skogsavdelningen anlagt 85 st. sådana i södra Sverige mot 81 st. på vanligt sätt och 40 på enklare sätt uppskattade i Norrland eller således ungefär lika mycket å båda landsdelarna. Då tallskogen är mera enhetlig i Norrland än i södra Sverige har således här Norrland gynnats på det övriga landets bekostnad. Detsamma är förhållandet med proveniensundersökningarna, där för övrigt inom parentes de av skogsavdelningen anlagda ytorna i Norrland torde vara de mest omfattande proveniensförsök, som utförts i något land, och de försök, som hittills mest bidragit att klarlägga skogsodlingsfrågan i Norrland. Skogsavdelningen har nämligen av proveniensytorna anlagt i södra Sverige 14 nummer med 201 avdelningar, i Norrland 24 nummer med 388 avdelningar. — Men även om skogsavdelningen blott ägnat en tredjedel av sin tid åt undersökningar rörande Norrlandsfrågor, så synes mig detta ej så oproportionerligt, då naturvetenskapliga avdelningen använt nästan hela sin tid på norrländska problem. För övrigt ansågs nog tidigare, när de många gallringsytorna anlades, gallringsproblemet viktigast för södra och mellersta delarna av landet, ehuru nu de intressantaste resultaten härutinnan synas komma att visa sig i Norrland.

Vidstående karta (fig. 2) visar skogsavdelningens försöksytor i Norrland och Dalarna hösten 1921.

Beträffande petitionärernas begäran, att styrelsen skulle å tilläggsstat för år 1922 begära ett anslag av 14,300 kronor (vartill kommer dyrtidstillägg om cirka 5,000 kronor) för att norrlandsavdelningen skulle kunna kontinuerligt fortgå detta år, nödgas jag betvivla — frånsett svårigheten att under nuvarande förhållanden erhålla större belopp å tilläggsstat — att riksdagen, som redan vid 1921 års riksdag hade tillfälle att taga ståndpunkt till försöksledarens förslag och därom särskilt uttala sig, skulle gå med på ett dylikt anslag. I varje fall skulle ett beslut härom ej kunna bli fattat så tidigt, att ej ändå ett avbrott i norrlandsavdelningens verksamhet delvis måste ske under år 1922.

[1] Frånsagas de till norrlandsavdelningen överlåtna 10 ytserierna, kvarstår i södra Sverige 32 nummer med 228 avd., i Norrland 34 nummer med 323 avd. eller 59 procent i Norrland.

Möte jämlikt § 15 i gällande stadgar.

Beträffande organisationen av norrlandsavdelningen tillåter jag mig till sist föreslå, att styrelsen ville gå i författning om sammankallande av sådant möte som jämlikt nu gällande stadgar skall hållas minst vart femte år, varvid det vore önskvärt, om mötet kunde hållas i höst, så att det på grund av den vid mötet förda diskussionen fattade styrelsebeslutet skall kunna föreläggas Kungl. Maj:t för beaktande redan i 1922 års statsverksproposition.

Då det gäller att till det föreslagna mötet kalla representanter för det praktiska skogsbruket vill jag ifrågasätta, om det är tillräckligt att inkalla allenast tre sådana representanter. Styrelsen önskar säkerligen höra såväl representanter för statens som för den enskilda skogshushållningen i Norrland liksom personer, som äro särskilt skickade att diskutera sådana problem, som uppstå i och med försöksparkernas övertagande.

Kostnadsberäkningar.

Det möter hart när oöverstigliga hinder att exakt beräkna kostnaderna pr försöksyta, då de olika ytorna kräva så olika tid och växlande mängd av hantlangare. Den största kostnaden består dock i resekostnader. Men i dem ingå ej blott kostnader för resor till de olika ytorna utan framför allt rekognosceringsresor i förväg. Dessa senare äro naturligtvis mycket dyra pr dag räknat. Ju mera försöksanstalten övergår att koncentrera nya försöksanläggningar av alla slag till försöksparkerna, desto mera undvikas dessa dyra rekognosceringsresor. Även uppstår en stor tidsbesparing genom att möjligheterna för försöksanläggning på försöksparkerna äro så väl kända genom förut verkställd detaljkartläggning och beskrivning.

Skogsförsöksanstalten den 25 oktober 1921.

Gunnar Schotte.

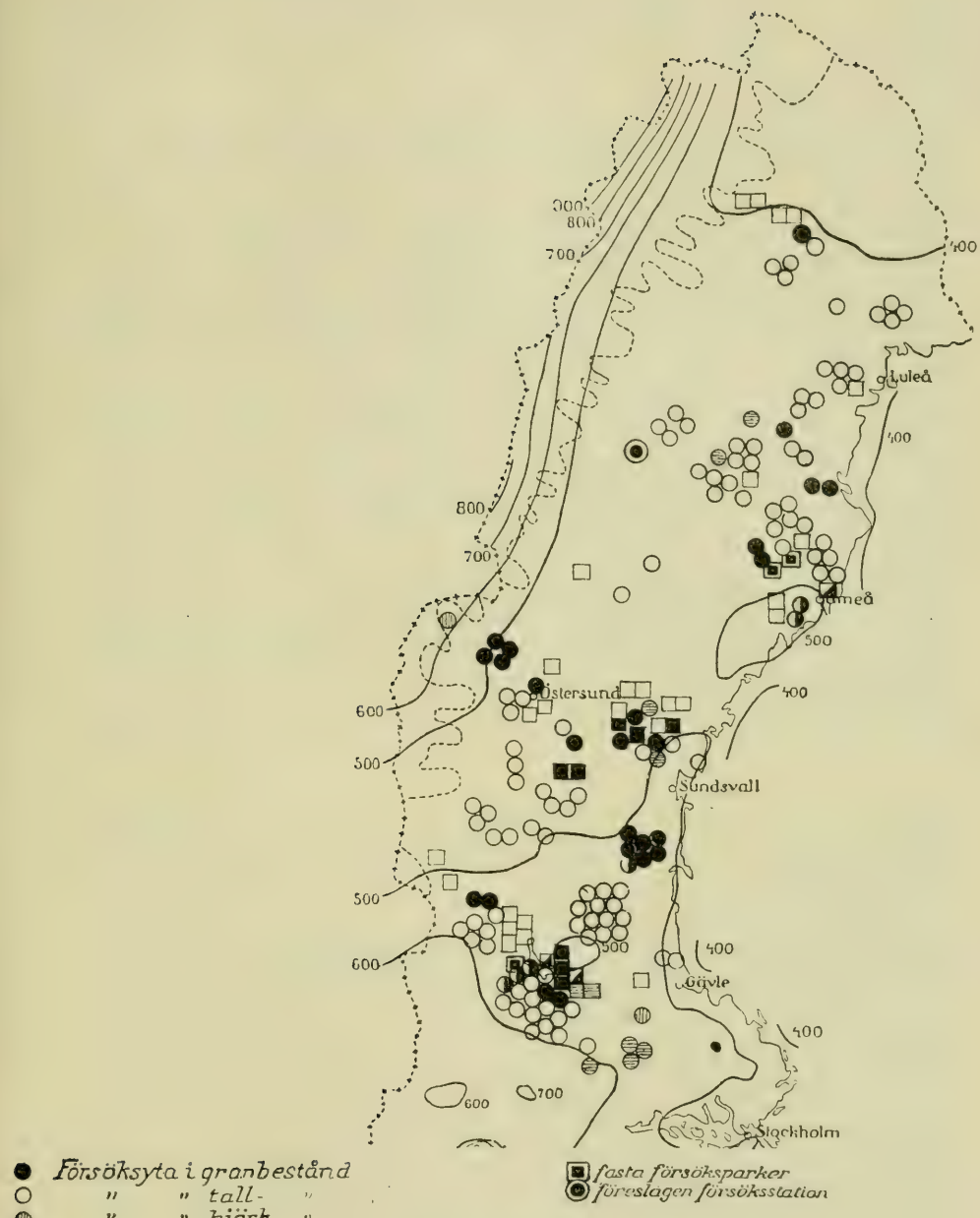


Fig. 2. Karta, utvisande skogsavdelningens försöksytor i Norrland. 40 stycken tillfälliga ytor i Västerbottens län äro ej inlagda.

Bil. A.

Till

Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt.

Anmodad vid Styrelsens sammanträde den 15 september avgiva yttrande över vilka arbeten, som skulle kunna behandlas och slutföras vid den s. k. Norrlandsavdelningen av Statens Skogsförsöksanstalt, därest försöksledaren förordnades att även tjänstgöra 1 okt.—31 dec. 1921 får jag först hänvisa till här bifogade tablå av jägmästare Wibeck (bil. A. I.).

Beträffande de i *mom. 1* upptagna rutsådderna, anlades dessa år 1905 och de första resultaten härav publicerades av A. Maass år 1907. Sedermera reviderades ytorna 1910 och 1915, och då dessa revisioner utfördes av dåvarande assistenten vid skogsavdelningen, jägmästare Wibeck, uppdrogs åt honom att även bearbeta materialet, sedan han blivit anställd som försöksledare. Denna bearbetning har emellertid ej medhunnits under åren 1916—1919, varför det ansåås lämpligt att för slutlig publicering invänta resultatet av 1920 års revision, som även utförts av Wibeck. Det slutliga bearbetandet av dessa ytor i dess nuvarande beskaffenhet kan nu därför omedelbart lämpligast ske av Wibeck; sedermera torde ytorna komma att av skogsavdelningen användas till kombinerade gallrings- och proveniensytor.

Vidare föreligger denna månad fältarbeten helt avslutade rörande de i *mom. 5* omtalade undersökningarna över rotsystemet i spettplanterade tallkulturer. En bearbetning av det omfattande materialet i och för publicering torde också omedelbart kunna påbörjas och bör enligt min mening även hinna avslutas innevarande höst.

Slutligen kan jägmästare Wibeck, därest han blir förordnad vid anstalten innevarande höst, även dirigera insamling av grankott för undersökning av Norrlandsavdelningens personal i vinter. En ingående undersökning av granfröet står nämligen på Norrlandsavdelningens program för första 5-årsperioden, men har ej kunnat utföras på grund av att fröår tidigare uteblivit

Statens Skogsförsöksanstalt den 19 sept. 1921.

Gunnar Schotte.

Bil. A. I.

P. M. över det av Norrlandsavdelningens arbetsmaterial, som närmast skulle kunna bearbetas och publiceras:

1:o) Resultaten från 1910, 1915 och 1920 års revisioner å ytorna n:r 29, 30, 32—35. d. v. s. 1905 års rutsådder med olika antal tall- och granfrö av olika svensk proveniens. Resultaten omfatta iakttagelser över de olika proveniensernas längd- och grovlekstillväxt inom plantgrupper av olika täthet, över stamform, mottaglighet för snöskytte etc.)

2:o) Resultaten av vår- och höstsådderna 1913—1921. (För publicering bör dock åtminstone revisionsresultaten hösten 1922 avvaktas.)

3:o) En del provningsresultat med nya skogsodlingsredskap: Kolmodins kultivator, Berglinds förbättrade ruthackningsmaskin, Bergmans såddstav och Frölichs såddkanna. (Efter Kolmodins kultivator och med Bergmans såddstav äro 1921 kulturer utförda, vars resultat borde revideras hösten 1921 och möjligen även 1922, innan publicering sker).

4:o) För en mera omfattande utredning över möjligheten att genom en anatomisk analys av det norrländska tallfröet (särskilt mer eller mindre svaga fröprov) utröna dess praktiska användbarhet föreligger att ganska stort material. Delar av detta skulle kunna publiceras redan i vinter, sedan plantskolerevisionerna hösten 1921 blivit utförda.

5:o) Undersökningarna över rotsystemet i spettplanterade kulturer, utförda före 1914, bliva färdiga för publicering, sedan det material, vars insamling f. n. pågår, hunnit undersökas. (Undersökningen omfattar då 18 kulturfält, som undersökts hösten 1919, samt c:a 25 undersökta hösten 1921.)

6:o) Över tallskogens beståndsförhållanden och frösättning vid trädslagets utbredningsgräns mot norr och mot fjällen föreligger åtskilligt material. (Före publicering borde det dock ytterligare kompletteras, vilket skulle kunna ske genom ett par tämligen korta vinterresor, exempelvis i Härjedalen och Västerbottens lappmark.)

Experimentalfältet i augusti 1921.

Edvard Wibeck.

Bil. B.

INSTRUKTION

för Statens Skogsförsöksanstalts å extra stat uppförda avdelning för skogsföryngringsförsök i Norrland

av styrelsen för skogshögskolan och statens skogsförsöksanstalt fastställd den 2 maj 1916.

§ 1.

Avdelningens verksamhet, som är avsedd att fortgå under en tid av femton år, skall hava till föremål att utröna, på vilka sätt i Norrland föryngring av skog under skilda förhållanden skall kunna bäst och billigast ernås.

§ 2.

Närmaste ledningen av avdelningen, som står under styrelsens överinseende, handhaves av en försöksledare, till vilkens biträde skall vara anställt ett skogsbiträde.

Arbetena planläggas på försöksledarens föredragning på sätt i 20 § av instruktionen för statens skogsförsöksanstalt den 5 mars 1915 är föreskrivet. Vid alla frågor av betydelse för arbetenas planläggning eller utförande bör försöksledaren dessutom därom överlägga med anstaltens båda avdelningsföreståndare.

§ 3.

Försöksledaren har att ställa sig till efterrättelse, i tillämpliga delar, vad i 17 § av instruktionen för statens skogsförsöksanstalt är för avdelningsföreståndare vid anstalten stadgat, och är han därjämte skyldig att i mån av tid biträda med utredande undersökningar å anstaltens skogsavdelning.

Härutöver bör han söka att vid lämpliga tillfällen i Norrland genom föredrag, demonstrationer av utförda försöksytor eller eljes verka för att avdelningens arbeten, såväl i avseende på planläggningen därav som beträffande resultat m. m., må bliva i intresserade kretsar kända.

§ 4.

Skogsbiträdet har att ställa sig till efterrättelse, i tillämpliga delar, vad i 19 § av instruktionen för statens skogsförsöksanstalt är för biträden vid anstalten stadgat ävensom att i mån av tid vara behjälplig med arbeten å anstaltens skogsavdelning.

§ 5.

Jämväl i härovan ej berörda avseenden åligger det försöksledaren och skogsbiträdet att ställa sig till efterrättelse, i tillämpliga delar, vad i instruktionen för statens skogsförsöksanstalt är stadgat, och åligger dem dessutom att följa de närmare föreskrifter, som må bliva dem av styrelsen meddelade.

Bil. C.

Förslag till undersökningsprogram för skyddsskogarna.

Rörande skyddsskogarna i fjällen föreligga flera värdefulla uppsatser i skogstidskrifterna. Den mest uttömmande av dessa är författad av skogschefen Karl Erik Kallin och är publicerad i Skogsvårdsföreningens tidskrift 1916, sid. 1—49 under titeln »Om skyddsskogslagen och dess brister med förslag till lagkomplettering». — Häri lämnas en kort översikt över de skogstyper, som förekomma inom skyddsskogsområdet, varjämte förekomsten av återväxt belyses med några få exempel från undersökta tillfälliga provytor. En kännedom av de inom skyddsskogarna förekommande skogstyperna och den större eller mindre svårighet, med vilken de kunna föryngras torde till en början bättre erhållas på den av jägmästare Kallin anslagna vägen än genom anläggande av ett större antal försökskulturer. Härtill kommer att man nog i fjällskogarna i huvudsak måste lita till naturlig föryngring, även om mera sällan erhålles frö med hög grobarhet i dessa trakter.

Inom *den egentliga fjällskogen* torde väl knappast kunna komma att vidtagas några avsevärdare åtgärder till föryngringens fromma. Just därför bör det vara av betydelse att här

genom tillfälliga provytor studera den ringa föryngringens uppkomst, huvudsakligen genom rotslående grenar, för att belysa vikten av att stämplingarna här utföras synnerligen försiktigt.

Inom *det produktiva skyddsskogsområdet* kan man urskilja 3:ne huvudtyper i granskogen. Den risrika granskogen är gles och luckig och anses intaga den största arealen. I markbetäckningen dominerar blåbärsris och stark råhumusbildning förekommer. Föryngringen är obetydlig och förefinnes mest å nedmultnade lågor. Sedan denna typ ingående studerats, torde i några typiska exempel av densamma böra anläggas avverknings- och markberedningsförsök.

Om den mossrika granskogen vid noggrann undersökning visar sig vara rätt så godartad, liksom denna typ är det i Norrland överhuvud taget, torde ej nödvändigtvis behöva anläggas särskilda föryngringsfält i denna typ. Förekomsten av plantor å skilda delar av undersökta luckor kan belysas genom tillfälliga provytor, vilka säkerligen kunna ge direkta upplysningar om huru sådana luckor böra i föryngringshänseende utvidgas.

Den örtrika skogstypen torde däremot komma att uppvisa vissa föryngringssvårigheter. Genom tillfälliga provytor torde här kunna påvisas huru mycket vanskligare det säkerligen är att få upp återväxt å alltför stora luckor med rik hyggesvegetation. Sedan på så sätt fastslagits olika svårföryngringsförhållanden, borde en del planteringsförsök tillkomma å denna typ.

Beträffande tallskogarna inom skyddsskogsområdet, vilka ej behandlats i Kallins avhandling, föreligger knappast alls några uppgifter i skogslitteraturen. En markbiologisk undersökning av dessa borde kunna fastslå, vilka typer som kräva direkta föryngringsförsök.

På grund av det ovan nämnda får jag därför föreslå, att medel anvisas för en skoglig markbiologisk undersökning av fjällskogarna. Bäst vore om härför kunde erhållas en skogsman, som är väl förtrogen med dessa skogar genom föregående tjänstgöring därstädes samt någon av Skogsförsöksanstaltens markbiologer. Härför torde tarvas rekognoscering under ett par somrar med undersökning av tillfälliga ytor för belysande av föryngringens uppträdande. Härjämte torde jordprov böra insamlas och närmare undersökas enligt de metoder, som utarbetats vid naturvetenskapliga avdelningen. För författandet av en ingående berättelse torde sedan åtgå en vinter. Efter tre års förlopp skulle man på detta sätt erhålla en god bild över föryngringsförhållanden i fjällen. Sedan kan, anslutande sig till den gjorda utredningen, på de mest svårföryngrade typerna med mäktig råhumus anläggas några få avverknings- och markberedningsförsök, närmast som demonstrationsmateriel för de skogsmän, som verka i dessa trakter. På grund härav böra dessa försök koncentreras till ett par områden inom jämtlandsfjällen.

Kostnaderna för en sådan utredning torde bliva ungefär följande:

Avlöning till en skogsman under 6 månader	omkr.	6,000: —
Resor » » » » 4 »	»	4,000: —
Resebidrag till en markbiolog förutom vad som kan gäldas av försöksanstaltens expenser	»	2,000: —
Hantlangningskostnader vid kartläggning eller uppmätning av tillfälliga ytor	»	1,500: —
	Summa	13,500: —

Anläggningar av föryngringsförsöken torde enligt denna plan sedan kunna medhinnas under ett par somrar och utföras av den sammanslagna skogs- och Norrlandsavdelningen.

Statens Skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921.

Gunnar Schotte.

IV. Yttrande av försöksledaren.

Till Styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt.

Den 28 maj innevarande år remitterade Kungl. Maj:t till styrelsen vissa framställningar från skogsvårdsstyrelser, skogsvårdsnämnder, trävarubolag samt i allmän och enskild tjänst varande skogsmän i Norrland m. fl. personer angående fortsättningen av specialundersökningarna rörande de norrländska skogarnas föryngring eller, för att uttrycka samma sak på annat sätt, rörande den fortsatta verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalts s. k. norrlandsavdelning. Framställningen ifråga var föranledd av vissa styrelsens beslut, protokollförda vid sammanträde den 17 september 1920.

Denna inlaga remitterade styrelsen i sin ordning den 11 juni till chefen för Skogsförsöksanstalten, professor *G. Schotte,* som däröver avgivit ett yttrande, daterat den 24 oktober, men varav undertecknad först den 13 dennes fått del.

Professor Schottes framställning går i huvudsak ut på att visa, att ett bifall till nyssnämnda norrländska skogsvårdsrepresentanters, skogsägares och skogsmäns yrkande på en kontinuerlig verksamhet vid norrlandsavdelningen under dess 2:dra femårsperiod icke vore ändamålsenlig; i stället borde under år 1922 och förra hälften av 1923 avdelningen bestå partiellt i huvudsaklig överensstämmelse med det ursprungliga, år 1915 uppgjorda programutkastet, men den 1 juli 1923 helt upphöra och återingå i skogsavdelningen, som samtidigt skulle utvidgas med en ny extra tjänst med revirförvaltares lönegrad.

Då de skäl och slutledningar, genom vilka professor Schotte kommer fram till dessa slutsatser, enligt min uppfattning äro i vissa och synnerligen väsentliga delar felaktiga, får jag vördsamt anhålla att här mot desamma få göra några beriktiganden och invändningar.

Vad då först

Norrlandsavdelningens tillkomst och allmänna uppgift

angår, vill jag rikta mig mot den av professor Schotte hävdade uppfattningen, att avdelningen skulle tillkommit under en slags »panikstämning», och att i samband därmed dess egentliga uppgift och berättigande skulle vara begränsad till att finna metoder att uppdraga skog på allenast de svårföryngrade markerna i Norrland.

Norrlandsavdelningens verkliga och betydligt vidare uppgift finner jag vara klart formulerad i § 1 av instruktionen av den 2 maj 1916, som lyder så: »Avdelningens verksamhet, som är avsedd att fortgå under en tid av femton år, *skall hava till föremål att utröna, på vilka sätt i Norrland föryngring av skog under skilda förhållanden skall kunna bäst och billigast ernås.*»

Att ännu vid treårsmötet 1918 den uppfattningen var allmänt rådande, att alla arbeten med de norrländska skogsföryngringsfrågorna tillkommo Norrlandsavdelningen, försåvitt det ej rörde undersökningar av den beskaffenhet att de borde sortera under naturvetenskapliga avdelningen, finner jag hela det då uppgjorda arbetsprogrammet bevisa. Så t. ex. överflyttades då på professor Schottes eget förslag från skogs- till norrlandsavdelningen dels fullföljandet av vår- och höstsådderna i Norrland, vilka skogsavdelningen då handhaft i 6 år, dels bearbetningen av de gamla rutsådderna från 1905 med olika fröantal.

I sin i skrivelsen av den 24 oktober detta år förfäktade tolkning av norr-

landsavdelningens allmänna uppgift gör sig sålunda professor Schotte skyldig till en viktig begreppsförskjutning. Det är emellertid blott ifrån denna felaktiga synvinkel, som han kunnat uttala att stora delar av norrländsk skogsmark — vare sig genom gynnat geografiskt läge eller lättföryngrad beståndstyp — vore av den beskaffenhet, att undersökningar därå ej längre borde utföras av norrlandsavdelningen. Ty naturligtvis kvarstår även här uppgifter att lösa med avseende på frågorna, hur skogsföryngring »bäst och billigast» ernås. Befinnes det sålunda, för att taga ett exempel, möjligt att på somliga i sig själv lättföryngrade marker ernå lika gott resultat med en metod, som blott är hälften så dyr som en annan allmänt gängse, torde väl detta vara ett mål att arbeta för? Att norrlandsavdelningens uppgift även borde innefatta dylika ekonomiska frågor blev också, såsom jag väl erinrar mig, från styrelsehåll kraftigt betonat vid sammanträde den 23 maj 1916.

Siljansfors' och Svartberget-Kulbäckslidens försöksparker äro mindre lämpliga som förläggningsorter för huvudparten av Norrlandsavdelningens återstående kompletteringsytor.

Såsom jag redan framhöll vid framläggandet av 1918 års treårsprogram, var detta ett minimiprogram med avseende på antalet och arealen av föreslagna provytor. Redan erfarenheterna från det första egentliga revisionsåret, 1920, visade behovet av kompletteringar, vilka jag närmare motiverat och specificerat i min inlaga till styrelsen av den 8 september nyssnämnda år. Även professor Schotte vitsordar i stort sett behovet av dessa föreslagna försök. Han anser emellertid att ej färre än 19,75 hektar provytor av 24,80 föreslagna kunna och rent av böra förläggas till de blivande försöksparkerna Siljansfors och Svartberget-Kulbäcksliden.

Häremot vill jag till en början invända, att vi f. n. helt enkelt icke veta, huruvida det är möjligt att inom dessa förhållandevis små skogsområden utlägga 19,75 hektar provytor, fördelade på ett alldeles bestämt sätt mellan vissa erforderliga beståndstyper och med de stora fordringar på enhetlighet, som instruktionsenligt och naturligtvis med full rätt erfordras för försöksytor avsedda för jämförande försök. Själv håller jag för sannolikt, att det strandar på rent topografiska hinder och en alltför lokal växling hos bestånden.

Jag erkänner mig vara okunnig om Siljansfors' möjligheter beträffande bestånd och topografi, men eftersom denna försökspark ligger just i yttersta sydkanten av vad som skogligt sett kan betecknas som Norrland — ett förhållande som framgår av de till styrelsens förfogande stående kartorna, åskådliggörande provytornas läge i förhållande till olika områdens medeltemperatur och medelnederbörd — så håller jag före, att denna park knappast bör ifrågakomma annat än möjligen för någon enstaka försöksyta, n. b. av dem, som avse att representera Norrland. Även professor Schotte själv tycks i viss mån dela denna uppfattning, ty han räknar tydligen mest på Svartberget-Kulbäcksliden i berörda avseende.

Att detta senare till försökspark föreslagna område omfattar c:a 1,600 hektar produktiv skogsmark säger föga eller intet om möjligheten att där utlägga 20 hektar provytor för kulturförsök. För dylika kan man ju, åtminstone under de närmaste åren, ej gärna taga i anspråk annan mark än den, som redan ligger kal eller täckes av skog i avverkningsbar ålder. Dylik mark finnes till ungefär

200 hektars vidd på Svartberget och omkr. 175 hektar på den till försökspark föreslagna delen av Kulbäcksliden. Den totala areal, vi verkligen ha att räkna med, är alltså blott ungefär 375 hektar, d. v. s. blott en bråkdel av den, som figurerar i professor Schottes argumentering.

Än vidare, sistlidna september besökte undertecknad både Svartberget och Kulbäcksliden och gick över större delen av nyssnämnda 375 hektar i syfte att på ort och ställe medelst stegning och måttband undersöka, hur pass stora fläckar det fanns, där överhuvud taget föryngringsytor kunde läggas. Jag fann att möjligheterna härför på Svartberget voro *synnerligen* små, eftersom denna park ovanför de låga, magra, under marina gränsen belägna mo-landen består av små till exposition, markfuktighet och bestånd ytterst växlande kullar och åsar med mellanliggande bäckdalar och kärrdrag. Såvitt jag kunde finna, kan man i denna terräng räkna med högst 3 à 4 hektar föryngringsytor av det slag, som norrlandsavdelningen kan ha användning för. Vad återigen nyssnämnda mo-land beträffar, vilka professor Schotte funnit lämpliga för försök, som skulle representera norrländska tallhedar, så kan jag knappast helt dela denna uppfattning. Svartbergs-mon representerar en mindre vanlig, abnormt svårföryngrad särtyp av tallhed, varå exempelvis på försöksanstaltens där belägna yta nr 35 gransådder från år 1905 icke alls gått till och samtidig tallsådd, t. o. m. med ortens frö, gått synnerligen dåligt och ännu 1920 endast förmått giva upphov till plantor av ett par decimeters höjd. Den ojämförligen största delen av de norrländska tallhedarna ligger ju på morän eller älvsandsavlagringar *ovan* marina gränsen, och på dylika marker torde väl också huvudparten av de föryngringsförsök, som skola representera denna beståndstyp, böra förläggas.

Större möjligheter, fortfarande rent tekniskt sett, för utläggning av försöksfält syntes Kulbäcksslidens mera jämna terräng erbjuda, där man möjligen skulle kunna få ut, högt räknat, inemot ett 10-tal hektar försöksytor.

Skola de för anläggningen av provytor gällande föreskrifterna beträffande likformighet hos arealen vidhållas, något som uppenbarligen är av vikt i all synnerhet beträffande försök för skogsföryngring, där exposition, skillnad i markfuktighet o. d. spelar en så stor roll, så tror jag, att professor Schottes utfästelser om Svartberget-Kulbäcksslidens försökspark skulle i praktiken komma att få vidkännas en stark avprutning. Detta om nämnda parkers rent *tekniska* möjligheter i berörda avseende.

Vad återigen angår *lämpligheten* att här koncentrera c:a 20 hektar föryngringsytor, d. v. s. en flerdubbelt större areal än på något annat ställe i Norrland, så drager jag även denna starkt i tvivelsmål.

Att Siljansfors' försökspark i klimatiskt avseende ligger på ett norrländskt gränsgebiet mot söder har jag förut visat. Icke heller Svartberget-Kulbäcksliden ligger emellertid i ett klimatiskt så hårt område som det, inom vilket exempelvis huvudmassan av statsskogarna i Norrland äro belägna. Både vad temperatur och nederbörd angår, representerar sistnämnda park snarast inre Sydnorrland eller mellannorrländska kustområdet. Av stor betydelse för utfallet av självföryngringsförsök med tallen är givetvis också, huruvida dylika försök förläggas inom eller utanför det område, där tallen plägar sätta frö av hög grobarhet. Gränsen mellan dessa båda områden synes ungefärligen markeras av medelisotermen för en temperatur av + 13° C under juni, juli och augusti månader. Även i detta avseende representera både Siljansfors och Svartberget-Kulbäcksliden allenast den bättre hälften av Norrland.

För den, som mycket berest och känner väl till övre Norrland, faller det också ganska lätt i ögonen, att skogen på Svartberget-Kulbäcksliden i stort sett och med undantag av förutnämnda tallmon representerar tämligen lättföryngrade beståndstyper, även vad de råhumusrika blandskogsbestånden angår.

På grund av de skäl, jag här anfört, anser jag att det vore olämpligt — frånsett att det sannolikt ej ens är möjligt — att förlägga huvudmassan av norrlandsavdelningens föreslagna kompletteringsytor till Siljansfors och Svartberget-Kulbäcksliden. Då professor Schotte dessutom, såsom förut blivit nämnt, på annat ställe i sin inlaga förfäktat, att andemeningen med Norrlandsavdelningen engentligen vore, att den skulle sysselsätta sig med de svåra och icke med de lätta markerna — och *något* fog för sig erkänner jag att denna åsikt kan hava —, så förefaller det också tämligen inkonsekvent att han likväl påyrkar, att så gott som hela återstoden av dessa arbeten skall förläggas till platser, som avgjort representera den senare kategorien.

I detta sammanhang må slutligen påpekas, att professor Schottes slutsatser i nyss avhandlade ämne delvis synas vara orsakade av ett rent missförstånd. När undertecknad i min redogörelse av den 8 september 1920 använt uttrycket »nedre skogslandet», så har jag själv härmed endast åsyftat motsatsen till fjällskogarna, då däremot professor Schotte härmed synes förstått kust- eller låglandet i motsats till det höglänta inre skogslandet.

Däremot återfinnes i professor Schottes inlaga en passus, som jag i detta sammanhang vill taga fasta på. Han påpekar att ett stort område, omfattande bl. a. orterna Stensele, Sorsele, Malå, Arvidsjaur, Arjepluog och Jokkmokk, saknar någon norrlandsavdelningens försöksyta. Denna anmärkning är riktig; här ha vi ett område, som både karaktäriseras av tämligen enahanda temperatur- och nederbördsförhållanden och som omsluter en mycket stor procent av de norrländska statsskogarna. Att jag ej lagt några försöksytor i närheten av någon eller några av nyssnämnda orter beror icke heller därpå, att jag ej skulle ansett detta vara lämpligt, utan helt enkelt, emedan jag mycket snart kom underfund med, att jag ej fick avlägsna mig alltför långt från de stora kommunikationslederna, om tiden och respengarna skulle räcka till för de uppgifter, som förelagts mig. Jag erinrar om, att Norrlandsavdelningen i motsats till de andra avdelningarna vid Skogsförsöksanstalten från början till slut haft att i viss mån arbeta på beting och under på förhand fixerad tidsbegränsning. Även ur demonstrations- och propagandasynpunkt har det ju för övrigt varit fördelaktigt, att försöksytorna ej lagts alltför avsides.

Anses det emellertid nu vara till övervägande fördel, att återstoden av försöken samlas inom ett trängre område, där de eventuellt framdeles kunde tillses av en härför anställd person, så vill jag obetingat förorda någon av nyssnämnda orter, exempelvis trakten av Stensele, framför Svartberget—Kulbäcksliden.

Något behov att uppriva organisationen av 1916 och låta norrlandsavdelningen uppgå i skogsavdelningen, innan den hunnit slutföra sin uppgift, föreligger icke.

Även om så skulle vara, att ett 20-tal hektar av norrlandsavdelningens försöksytor, d. v. s. omkr. $^1/_5$ av totala arealen, komme att ligga inom området för någon blivande försökspark, så kan jag icke finna att denna omständighet utgör något giltigt skäl för att slopa hela avdelningen och inrangera den under skogsavdelningen. När professor Schotte kommer till denna slutsats, så är det

emedan han håller före, att skogs- och norrlandsavdelningarnas arbeten inom samma försökspark skulle kunna vålla »slitningar beträffande order till vederbörande skogsmästare och tvister om skogsbeståndens eller hyggenas disposition.»

Det torde väl vara ganska påtagligt, att professor Schottes bevisföring här skjuter långt över målet, att, såsom det heter, »hin målas på väggen blott för att piskas». För det första är det ju tydligt, att precis samma argument skulle kunna användas som förevändning, varför även naturvetenskapliga och entomologiska avdelningarna borde subordineras under skogsavdelningen. Den förra kommer ju att på försöksparkerna bedriva exempelvis dikningsarbeten, den senare exempelvis utläggning och revision av fångstträd för skadeinsekter, vilket allt lika väl som skogs- och norrlandsavdelningens arbeten måste rubriceras som praktiskt skogsarbete, och i varje fall tager skogsmästarens tid och arbetskraft i anspråk, något varom ju konflikten djupast sett skulle röra sig. För det andra är ju proceduren vid arbetenas planläggning och utförande, såsom den stadgas i § 20 av instruktionen för statens skogsförsöksanstalt och i § 2 av den särskilt för norrlandsavdelningen gällande instruktionen, sådan, att dylika slitningar och konflikter vid själva arbetenas utförande på fältet helt äro uteslutna.

Även torde böra erinras om, att redan enligt § 3 i nu gällande instruktion för norrlandsavdelningen är såväl försöksledaren som skogsbiträdet skyldiga att i mån av tid biträda med undersökningar å anstaltens skogsavdelning. Dubbelresor till samma plats av både skogs- och norrlandsavdelningens personal böra därför redan med den nu bestående organisationen kunna undvikas, helst som ju arbets- och reseplaner för båda avdelningarna planläggas och uppgöras på förhand samt enligt instruktionen skola dryftas i närvaro av samtliga avdelningsföreståndare.

På grund av vad jag här anfört, torde det väl också vara klart, hur oberättigat det föreställningssätt är, vilket jag till min stora förvåning nyligen mött t. o. m. från styrelsehåll, nämligen att norrlandsavdelningen skulle vara någon slags »försöksanstalt nr 2» eller att skogs- och norrlandsavdelningen skulle stå i en slags konkurrentställning till varandra. Försåvitt jag kan förstå, föreligger ingenting — vare sig vid norrlandsavdelningens tillkomst, i den genom styrelsens egen instruktion angivna normen för dess verksamhet, eller i det faktiska sätt, varpå detta arbete utförts —, som berättigar till en sådan uppfattning. Icke konkurrens, utan *arbetsfördelning* har väl varit både den åsyftade och faktiskt vunna fördelen med norrlandsavdelningens tillkomst och hittillsvarande arbete.

Jag kan icke finna att inrättandet av försöksparkerna — helst sedan väl i varje fall omkr. $^3/_4$ av norrlandsavdelningens försöksytor redan äro utlagda samt i än större utsträckning den för fröundersökningarna erforderliga kottinsamlingen redan är gjord — på något sätt kan anses påkalla behov av ändrad organisation vis-à-vis norrlandsavdelningen. De fördelar för undersökningar av skilda slag, som den tätare tillsynen av försöksfälten, noggrannare meteorologiska uppgifter o. d. på försöksparkerna kan skänka, bör naturligtvis också Norrlandsavdelningen i största möjliga utsträckning söka draga fördel utav, men detta kan ske precis lika bra med bibehållande av den nuvarande organisationen.

Att upprivandet av denna däremot skulle kunna medföra avbräck i de pågående undersökningarna och äventyra slutresultaten av desamma, är väl där-

emot ganska klart. Först är det väl ej så alldeles givet, att det ej, under nuvarande statsfinansiella läge och sedan skogsförsöksanstaltens budget och personal kort förut blivit ökade, skulle kunna medföra vissa svårigheter och risker att söka hos regering och riksdag få igenom ytterligare en ny tjänst av så pass hög lönegrad som revirförvaltare. Det torde vara lättare att bibehålla en tjänst, som redan finnes och angående vars behövlighet redan 1916 års riksdag fått taga ställning.

Även om emellertid nyssnämnda omläggning kunde anses tryggad, i och med att styrelsen enhälligt ginge in för denna plan, så synes mig i alla händelser risk föreligga, att kontinuiteten i specialundersökningarna rörande norrlandsskogarnas föryngring bleve rubbad genom en dylik omläggning, som ju också kunde tänkas medföra personalskifte.

Vi få nämligen ihågkomma att en extra tjänst av revirförvaltares lönegrad, 9:e, löneklass 19 och i lönegrupp G, allt enligt Kungl. Maj:ts avlöningsreglemente den 22 juni 1920, till följd av det lägre dyrtidstillägg, som utgår till tjänstemännen vid domänverket, åtminstone f. n. skulle giva sin innehavare en mindre slutlön än den, som försöksledaren åtnjuter. Härtill kommer att »jägmästaren i skogsförsöksanstalten» möjligen blott skulle få resa efter samma klass i resereglementet som assistenterna, under det att försöksledaren rest efter samma som de ordinarie avdelningsföreståndarna. Under det att försöksledaretjänsten vid sitt tillblivande var väsentligt bättre avlönad än en ordinarie revirförvaltares, och detta på skäl, som styrelsen själv framfört och som ännu alltjämt synas plausibla, samt hans ställning inom skogsförsöksanstalten förhållandevis självständig, såsom varande i väsentligt avseende jämnställd med de ordinarie avdelningsföreståndarna, skulle den nya jägmästaren få en rent underordnad ställning mellan dessa (och kanske också professorn-matematikern) samt assistenterna. Det är alltså ingalunda lika lockande för en ordinarie jägmästare att söka den föreslagna extra tjänsten, som det var att söka försöksledaretjänsten, och skulle försöksledaren övergå till den förra, skulle detta för honom innebära en faktisk degradering. Dessa förhållanden bleve desto mera kännbara och iögonfallande, om kanske samtidigt lönestandarden för de övriga tjänstemänen bleve väsentligt höjd. Efter en sådan förhöjning över lag för alla utom försöksledaren-jägmästaren, skulle dennes ställning bliva *förhållandevis* betydligt underlägsen den nuvarande, liksom ju också hans tjänst i realiteten bleve den av assistent åt föreståndaren på skogsavdelningen.

När enligt mitt förmenande inga som helst hållbara skäl tala för att en dylik omläggning redan 1923 skulle vara behövlig, får jag därför avstyrka densamma och i stället tillstyrka, att försöksledaretjänsten bibehålles samt att innehavaren därav får slutföra de en gång påbörjade arbetsuppgifterna.

Jag kan i detta sammanhang ej underlåta att framhålla, att det förefaller mig, som om professor Schotte överhuvudtaget ej skulle fästa behörig vikt vid att skogsförsöksanstaltens båda skogliga avdelningar verkligen tillförsäkras jämväl skogligt bildade personer av den kapacitet, att de kunna bearbeta det allt väldigare anhopade materialet. Sedan enligt professor Schottes plan skogs- och norrlandsavdelningen eventuellt blivit sammanslagna, skulle sålunda — frånsett matematikern, som väl endast skulle biträda med den så att säga rent matematik-tekniska sidan av utredningarna, — endast 3 personer finnas, skickade till självständigt skogsvetenskapligt arbete, mot en stadigvarande underordnad personal av flerdubbelt större antal personer. Jag tror icke, att

man på detta sätt utvinner de bästa möjliga resultaten av skogsförsöksanstaltens hela verksamhet. Se vi på organisationen av skogsförsöksväsendet i andra länder, är det också iögonfallande, att man därstädes i regel framgått på en annan väg än den, på vilken professor Schotte vill leda vår skogsförsöksanstalts utveckling. Vad som här utgöres av en enda skogsavdelning med blott 2 tjänstemän av högre kompetens, varav den ene dock i rent underordnad assistentställning, är på andra håll i regel uppdelat på minst två sidoordnade avdelningar, nämligen en för problem fallande under ämnet skogsskötsel och en för sådana av skogsmatematisk natur. Tillkomsten av norrlandsavdelningen, varigenom åtminstone för en tid bearbetningen av ett väl begränsat och genom Norrlands mångskiftande förhållanden alldeles tillräckligt stort arbetsfält gavs åt en annan person än skogsavdelningens föreståndare, var alltså intet annat än arbetsfördelning efter en princip, som på andra håll befunnits ändamålsenlig och i stor utsträckning kommit till användning. Ett dylikt arrangemang borde åtminstone som provisorium också här kunna tolereras under 12 à 15 års tid, i stället för att nu slopas på ett sätt som uppenbarligen äventyrar arbetskontinuiteten och hotar slutresultaten.

Lösningen av norrlandsavdelningens arbetsuppgifter fördröjes genom den av professor Schotte föreslagna organisationsändringen och resultaten av åtminstone fröundersökningarna äventyras i hög grad redan genom försöksledarens frånvaro under större delen av de närmaste åren.

Sedan styrelsen beslutat, att möte jämlikt § 15 i instruktionen för Statens Skogsförsöksanstalt skall hållas under instundande december månad, och undertecknad sålunda till nämnda möte har att avgiva ett utförligare förslag för arbetena under den kommande 5-årsperioden, avstår jag från att redan i denna skrivelse i detalj bemöta professor Schottes anmärkningar över mitt arbetsförslag av den 8 september 1920. Klart är emellertid, att det mesta, av vad i hans skrivelse uttalats rörande möjligheten av fältarbetenas fortsättning oberoende av norrlandsavdelningens fortbestånd, förlorar sin giltighet i och med att Siljansfors' och Svartberget-Kulbäckslidens försöksparker ej kunna godtagas som lämpliga eller ens möjliga förläggningsorter för dessa kompletteringsförsök. Därmed faller även professor Schottes under alla händelser alltför optimistiska kalkyl över den obetydliga *tidsförlust* — endast 1 år —, som specialförsöken över norrlandsskogarnas föryngring skulle få vidkännas, därest dessa arbeten i fortsättningen skulle utföras på försöksparkerna. Även om de, såsom möjligt är, kunna förläggas inom ett trängre område någonstädes i inre delarna av övre Norrland, såsom exempelvis trakten av Stensele, och detta område så fort sig göra låter bleve avsatt till försökspark eller försöksstation och komme under en skogsmästares tillsyn, skulle denne först under år 1924 kunna taga befattning med några kulturförsök.

Det finnes emellertid också en annan viktig grupp av norrlandsavdelningens arbeten än dem, som direkt sammanhänga med kulturförsöken av olika slag, nämligen *fröundersökningarna,* och om dem vill jag redan här nämna några ord.

Först bör då nämnas, att under sistförflutna hösten ett betydande kottmaterial insamlats även av gran. Frånsett 148 specialfröprov (insamlade från bestämda provträd, från gamla och unga träd å samma ståndort eller fröprov från skilda, varandra närbelägna höjdlägen) förfogar norrlandsavdelningen

nu över ej mindre än 363 tallfröprov och 254 granfröprov (eller kottprov), insamlade under loppet av 6 olika kottsäsonger. Bearbetningen av dessa fröprov är icke blott inriktad på att vinna en allsidigare teoretisk kännedom om det norrländska tall- och granfröets kvantitativa och kvalitativa egenskaper, om grobarhetens eventuella samband med och beroende av insamlingsortens sommartemperatur, om groningskraftens gradvisa förändringar o. s. v., utan avser jämväl att, om möjligt, avvinna materialet andra resultat av praktisk art. Ett sådant, som ej synes ouppnåeligt, är exempelvis utarbetandet av en anatomisk fröanalysmetod, varigenom åtminstone det nyklängda fröets grobarhet skulle kunna fastställas genom en undersökning, som kunde göras på några timmar, under det att en vanlig grobarhetsundersökning kräver minst en månad och dessutom — på grund av fröets mögling — ofta är mindre tillförlitlig. Även i andra avseenden förefalla betydelsefulla praktiska tillämpningar av de nyaste rönen om lapplandstallens frö vara möjliga att nå, något som även framhålles i ett detta år utkommet arbete av finnen *Heikinheimo*.[1]

Jag kan ej nog eftertryckligt framhålla, att försöksledarens avlägsnande under större delen av året för en längre eller kortare period framåt i hög grad äventyrar utförandet och resultatet av dessa fröundersökningar. De äro nämligen tyvärr till stor del av den beskaffenhet att de icke låta inställa sig på rent automatisk drift med tillhjälp av allenast skogsbiträdet och annan, mera tillfällig arbetskraft. Icke heller kunna dessa undersökningar uppskjutas under en längre mellantid, ty som bekant ändras beskaffenheten av insamlat frö år efter år. Till frågan huruvida anställningen av en matematiker eller ordnandet av norrlandsavdelningens verksamhet under dess andra 5-årsperiod skall anses viktigast, vill jag blott påpeka, att, för den händelse det senare försummas, bliver ju därmed också insamlingen och tillvaratagandet av själva det primära undersökningsmaterialet hotat, ett missförhållande, som givetvis ej sedan kan repareras av den mest högvetenskapliga bearbetning.

Med den inskränkning i norrlandsavdelningens verksamhet, som tillskapats genom att man ej följt försöksledarens arbets- och utgiftsförslag hösten 1920, följer nu också uppenbarligen, att man får helt uppgiva den plan till vidgad inblick i norrlandstallens klimatiska anpassning (= proveniensfrågan), som jag framlagt i nämnda skrivelser till styrelsen av den 8 och 10 september 1920, och varvid det utmärkta och rikliga fröprovsmaterialet från vintern 1919—1920 var ämnat att komma till användning. Denna del av mitt förslag beröres ej alls i professor Schottes inlaga.

Föryngringsförsök i skyddsskogarna.

Den ökade försöksverksamhet inom skyddsskogsområdet och därmed jämförliga trakter, vilken Norrlands skogsvårdsförbund i en skrivelse av den 20 augusti 1920 anhållit måtte uppdragas åt norrlandsavdelningen, har, såsom bekant, av styrelsen, jämlikt beslut den 17 september samma år, hänskjutits till förberedande utredning av professorerna Schotte och Hesselman samt undertecknad. Angående denna utredning må nämnas, att jag, efter besök sistlidna april månad i Strömsund och Östersund i och för överläggning med där bosatta skogsstatsrepresentanter med omfattande praktisk erfarenhet från skyddsskogs-

[1] *Heikinheimo, Olli:* »Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung.» Medd. från Forstvetenskapliga försöksanstalten, 4, Helsingfors 1921.

området, utarbetade ett utkast till avverknings-, självföryngrings- och skogsodlingsförsök för nämnda område. Även om kanske varken detta förslag eller något annat bör antagas för utförande å fältet, innan professorerna Schotte och Hesselman genom resor inom skyddsskogsområdet hunnit förvärva större personlig erfarenhet om nämnda område, synes det mig dock, att det varit lämpligt och möjligt att under tiden, d. v. s. redan sommaren 1922 och 1923, igångsätta åtminstone *en del* försök, om vars behov och ändamålsenlighet knappast några delade meningar behöva råda. En ej obetydlig tidsvinst hade därmed vunnits.

Vad åter angår *platsen* för dessa försök, så torde det visa sig omöjligt att koncentrera dem inom ett enda trängre område, utan torde det bliva nödvändigt att åtminstone utvälja två sådana, ett inom ett övervägande granskogsområde och ett inom ett tallskogsområde, om nu överhuvudtaget fjälltallskogen anses i behov av särskilda försök. Ett för försök tjänligt och förhållandevis lättillgängligt granskogsområde ha vi i trakten av Bågede vid mellersta delen av Ströms vattudal, varest inom ringa avstånd från vattudalen tvenne stora lappskatteområden möta, Klumpvattnets norr om vattudalen och Murfjällstraktens söder om densamma. I närheten av dessa skogsområden och ännu mer välbeläget i förhållande till vattudalen-kommunikationsleden äges av Ströms trävaruaktiebolag omfattande skogskomplex, å vilka bolaget helt säkert ej skulle hava något emot att en del praktiska skogsförsök bleve utförda.

Därest vid instundande möte jämlikt § 15 av instruktionen för skogsförsöksanstalten även den av Norrlands skogsvårdsförbund i dess skrivelse av den 20 augusti 1920 väckta frågan om vidgad försöksverksamhet å skyddsskogarna kommer före, tillåter jag mig alltså hemställa till styrelsens övervägande, huruvida ej i avaktan på en mera grundlig utredning, redan under 1922 en del fältförsök kunde och borde komma till utförande å skyddsskogarna.

Skogsförsöksanstalten, Experimentalfältet den 24 november 1921.

Edvard Wibeck.

V. Förnyat yttrande av chefen för Skogsförsöksanstalten.

Till

Styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt.

Vid Styrelsens sammanträde den 16 nov. 1921 anmodade styrelsen mig att avgiva förnyat utlåtande med anledning av det yttrande, som försöksledaren då uppläste över min utförliga inlaga den 24 oktober 1921. Detta utlåtande har jag idag erhållit utskrivet och får med anledning därav vördsamt anföra följande.

Redan vid ovannämnda sammanträde blev jag förvånad över den avvisande hållning, som jägmästare Wibeck intog mot mitt förslag om inrättande av en fast jägmästareplats vid försöksanstaltens skogsavdelning. Vid de upprepade och ganska ingående förhandlingar, som vi under hösten haft i denna fråga, har han nämligen förfallit intresserad därav och uttryckligen förklarat, att han för sin del gick med på varje organisationsform, blott hans verksamhet och avlöningsförmåner bleve som hittills. —

Jag vidhåller, att den s. k. norrlandsavdelningen tillkom under en viss panikartad stämning just med hänsyn till de många misslyckade skogsodlingarna i Norrland. Sedan man genom skogsavdelningens undersökningar fått ögonen öppna för proveniensfrågans betydelse i Norrland, låter det numera helt annorlunda, då mången skogsman där har klart för sig att bara man använder lämpligt frö och utför kulturen omsorgsfullt, lyckas den på många marker i Norrland lika bra som t. ex. i Bergslagen. Jag har i min framställning visat exempel härpå, och det finnes nu gott om väl lyckade skogsodlingar flerstädes i Norrland.

I mitt yttrande har jag naturligtvis sökt finna den organisationsform för skogsundersökningarna, som jag anser bäst skulle gagna skogsvården icke minst i Norrland, där för övrigt en stor del av undersökningsarbetet är tacksammast och också angenämast på grund av det rätt allmänna intresse, som där — kanske mer än i andra delar av landet — visas skogsförsöksanstaltens arbeten. Däremot har jag ej i mitt yttrande varit så formell, att jag bitit mig fast vid ordalydelsen i § 1 av den instruktion, som den 2 maj 1916 utfärdades för försöksledaren. Jag har helt naturligt utgått ifrån att — om Styrelsen skulle finna instruktionens ordalydelse ej överensstämma med de viktigaste arbetsuppgifterna (de svårföryngrade markernas förseende med återväxt) — så lär väl Styrelsen ej tveka att eventuellt ändra densamma. Jag betvivlar nämligen särskilt att en ambulatorisk skogsförsöksverksamhet, sådan den bedrivits av norrlandsavdelningen, är en lämplig organisation för att utpröva de *billigaste* föryngringsmetoderna. Ej ens goda relativa tal kunna härför erhållas, men vid programmets och instruktionens uppgörande, kände man ej någon annan utväg att lösa sådana frågor. Först genom försöksparkernas tillkomst har det yppat sig ett bättre sätt för utförande av dylika undersökningar.

Det är ej riktigt, som försöksledaren säger, att ännu vid treårsmötet 1918 den uppfattningen var allmänt rådande, att *alla* arbeten med de norrländska skogsföryngringsfrågorna, som ej höra under den naturvetenskapliga avdelningen, skulle tillkomma norrlandsavdelningen, ty i det fastställda programmet (sid. 188—189 av redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under

treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram) upptogos åtminstone i 6 punkter föryngringsfrågor, rörande landet i sin helhet eller Norrland, vilka fortfarande skulle tillhöra skogsavdelningen. Att jag förordade vår- och höstsåddernas överflyttande till norrlandsavdelningen, berodde uppenbart på att jag ansåg, att dessa skulle härigenom bli billigast fullföljda, då norrlandsavdelningens tjänstemän ändå på våren företogo resor till de trakter, där dessa ytor äro belägna. Vidare förutsatte jag att det för Norrlandsavdelningen skulle vara av intresse att få övertaga några redan igång varande undersökningar, så att den härigenom fortare finge några resultat att publicera. — De gamla rutsådderna från år 1905 med olika fröantal överläts tillfälligt till norrlandsavdelningen, ehuru flera av dem ligga i södra Sverige, därföre att jägmästare Wibeck som assistent vid skogsavdelningen förut haft i uppdrag att revidera dessa ytor, och jag ansåg att det i fortsättningen vore lämpligt om jägmästare Wibeck själv finge revidera och bearbeta dem. Emellertid äro bestånden å dessa ytor nu så pass försigkomna, att de vid nästa revision om några år böra gallras och då självfallet åter behandlas av skogsavdelningen.

Jägmästare Wibeck uppehåller sig vidare vid min uträkning att av den föreslagna kompletteringen av ytmaterialet 20,24 hektar provytor av 19,75 har kunna förläggas till Siljansfors och Svartberget—Kulbäcksliden. Jag framhåller att de med fördel *kunna* förläggas hit men ej att det bästa vore att uteslutande förlägga dem till dessa ställen. Jag har ju istället själv föreslagit, att en försöksstation inrättas omkring Stensele för att dit även få förlägga en del önskvärda kompletteringar av norrlandsavdelningens ytor. Jag vidhåller bestämt att å Siljansfors kan utläggas och redan äro planerade en hel del ytor, som komplettera norrlandsavdelningens material. Likaledes hävdar jag fortfarande, att parken ifråga väl representerar åtminstone den del av Norrland som utgöres av det inre stora porfyrområdet. Jägmästare Wibeck har räknat ut att i försöksparkerna Kulbäcksliden—Svartberget finnas ungefär 375 hektar skog i den ålder att den nu må föryngras. Det vore väl underligt, om ej å denna areal skulle kunna utläggas 20 hektars föryngringsytor. Däremot har jag klart för mig att man å Svartbergets moräntrakt knappast kan räkna med jämna föryngringsytor — frånsett mossarna — å så särdeles många hektar. Det förvånar mig att jägmästare Wibeck anser molandet å Svartberget vara av för svårföryngrad typ för att där skulle verkställas föryngringsförsök. Även om största arealen tallhedar ligga ovan marinagränsen, ha vi ju stora hedland under densamma. Han glömmer också lerbrännorna till avsevärd areal å Svartberget, där den aktuella uppfrysningsfrågan kan bättre studeras än på mången annan plats. Jägmästare Wibeck har efter rekognoscering »medelst stegning och måttband» funnit att cirka 10 hektar föryngringsytor kunna läggas å Kulbäcksliden. Genom detta påstående visar sig jägmästare Wibeck ej känna det område av Kulbäcksliden (cirka 955 har), som föreslagits till försökspark, och det är ej häller att begära vid en flyktig rekognoscering. Det är uppenbart, att å Kulbäcksliden kan anläggas försök i vida större omfattning, men jag kan också till en början vara nöjd med detta medgivande. Jägmästare Wibeck har sålunda funnit, att 14 hektars arealyta kunna anläggas å dessa parker. Lägges härtill ett par hektar å Svartbergets moland samt å dess lerbrännor och ett par tre hektar å Siljansfors, så äro vi snart över 20 hektar! I övrigt förefaller mig jägmästare Wibecks resonemang om försöksytor på 24 hektar bra litet givande — mitt förslag syftar ju till mycket mera omfattande undersökningar, vilket kan ske

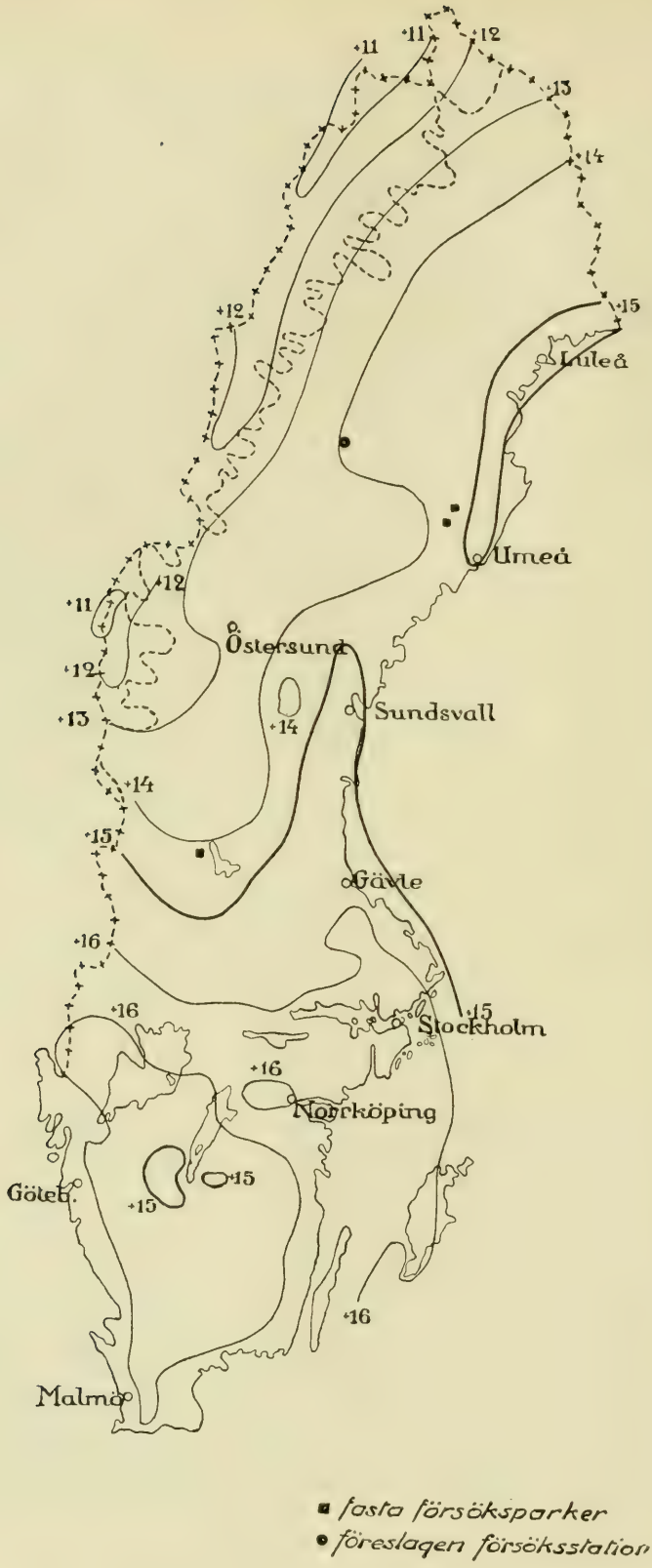


Fig. 3. Karta visande medeltemperaturen vid stationernas nivå under juli månad.

genom den organisationsform, som jag föreslår, och vilken blir både tidsbesparande samt minskar resekostnaderna.

Det är sant att i stort sett parkerna Siljansfors och Kulbäcksliden—Svartberget representera den bättre hälften av Norrland, klimatiskt sett, men märk väl ändå ungefär *halva* Norrland. Den andra hälften blir tillgodosedd genom mitt förslag med en försöksstation i Stensele. Mellan Stensele och inre Norrbotten är det — frånsett det allra nordligaste hörnet — föga skillnad i klimatiskt hänseende. Man bör ej endast, som jägmästare Wibeck gjorde vid sin demonstration inför Styrelsen den 16 november, tala om årets medeltemperatur — den spelar mindre roll — utan om vegetationsperiodens, särskilt juli månads temperatur (se fig. 3) Vad medelnederbörden beträffar är den mycket lika i hela inre Norrland (se fig. 4). För att belysa dessa förhållanden äro vidare efter HAMBERG i fig. 5 och 6 reproducerade kartor, som åskådliggöra häggens vegetationsperiod i Sverige, samt å fig. 7, en karta över såddens inträffande. Dessa kartor visa tydligt, att de viktigare temperaturkurvorna för vegetationstiden går längs med landet, då medeltemperaturkurvorna gå mera tvärs över landet.

Ur enhetlig organisationssynpunkt har jag hävdat, att de skogliga arbetena å försöksparkerna böra ledas av skogsavdelningens föreståndare, och jag har befarat vissa »slitningar» om så ej skulle bli fallet. — Likställigheten mellan naturvetenskapliga och skogsentomologiska avdelningarna och en Norrlandsavdelning å försöksparkerna kan ej hävdas. Skogsavdelningens föreståndare kan nämligen ej pretendera att i detalj leda sådana undersökningar å försöksparkerna, vilka tillhöra den naturvetenskapliga eller den skogsentomologiska avdelningens undersökningar, då han ej härtill är kompetent. Däremot bör en föreståndare för skogsavdelningen alltid vara kompetent att leda sådana arbeten, som annars skulle falla på norrlandsavdelningen. När t. ex. således skogsavdelningens föreståndare vistas å en försöksspark för att leda allehanda arbeten därstädes, bör han också mycket lätt kunna ombestyra att även de försök anläggas, som nu stå på norrlandsavdelningens program. Jag förstår ej varföre en särskild norrlandsavdelnings föreståndare också skulle resa dit. En annan sak är att skogsavdelningens föreståndare med tiden ej medhinner *alla* fältarbeten, men då bör en verklig arbetsfördelning ske, vilket däremot ej blir fallet mellan två jämnställda avdelningsföreståndare.

Jägmästare Wibeck tror, att det under nuvarande statsfinansiella läge »skulle kunna medföra vissa svårigheter och risker att söka hos regering och riksdag få igenom ytterligare en ny tjänst av så pass hög lönegrad som revirförvaltares». Det är ju möjligt, men föga troligt, då mitt förslag i *denna* del blir åtminstone ej dyrare än jägmästare Wibecks eget förslag. Skillnaden mellan hans och mitt förslag från riksdagssynpunkt är ju endast att riksdagen medgiver för det senare förslaget en organisationsform, som inte kostar mer än i det förra, men som sannolikt kan komma att medföra enhetligare arbetsresultat och med tiden nedbringa resekostnaderna relativt sett.

Jägmästare Wibecks resonnemang om hans egna löneförmåner torde det vara för tidigt att gå in på. Jag vill blott erinra därom, att det är mycket sannolikt att från och med 1 juli 1923 principen för dyrtidstilläggen vid kommunikntionsverken, d. v. s. för jägmästare, jämväl kommer att tillämpas för Skogsförsöksanstaltens personal.

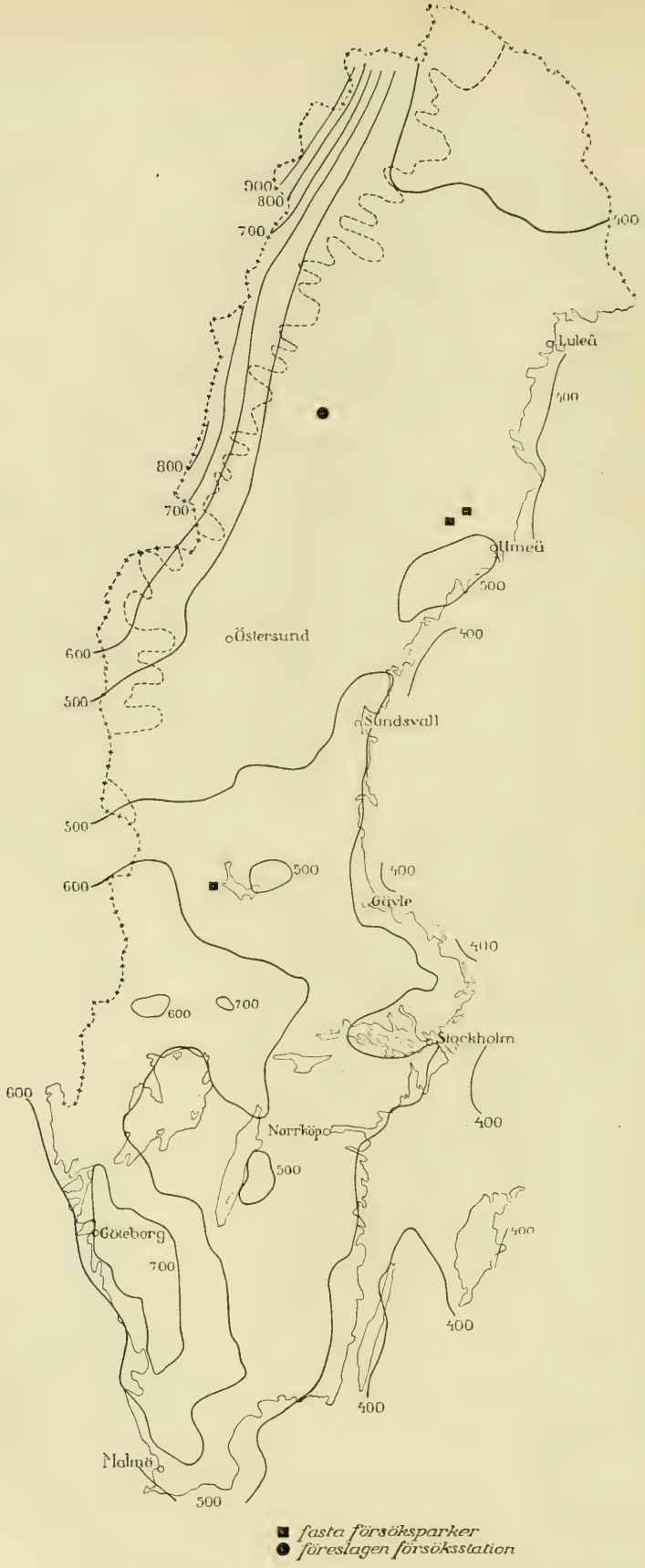


Fig. 4. Karta utvisande medelnederbörden i landet.

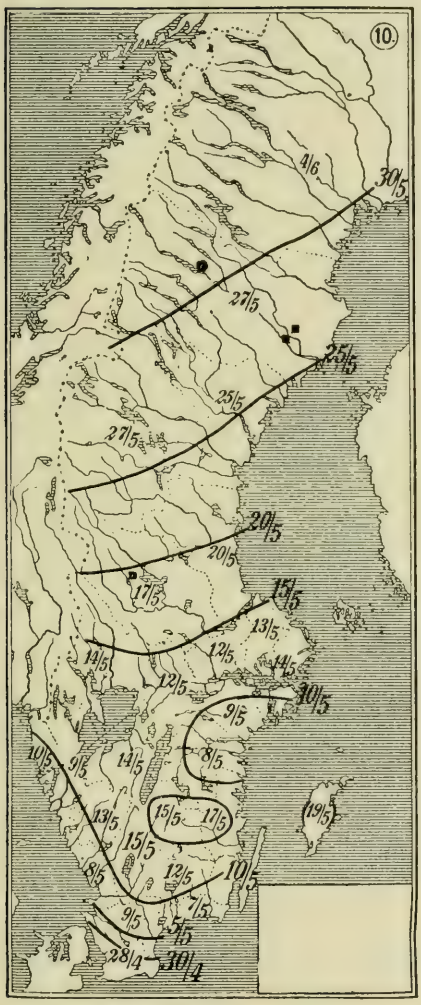


Fig. 5. Karta, visande häggens lövspricknning i Sverige.

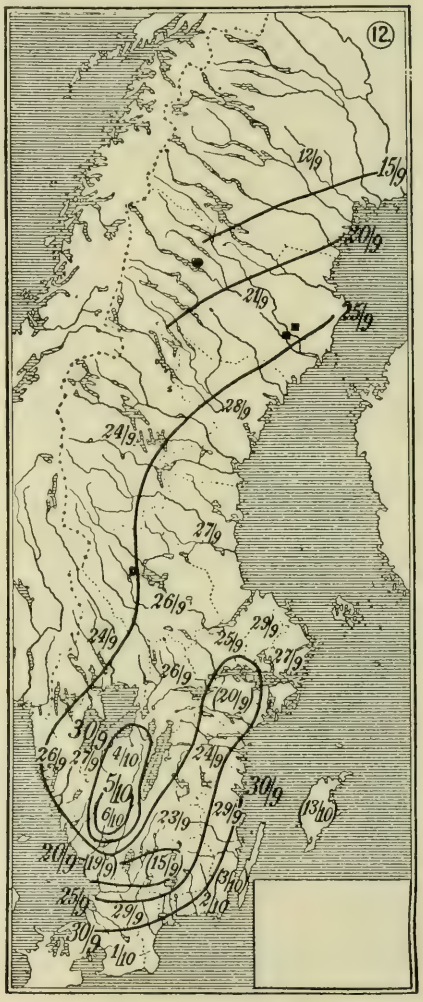


Fig. 6. Karta, visande häggens lövfällning i Sverige.

Jägmästare Wibeck åberopar vidare organisationen av skogsförsöks väsendet i andra länder, och han tror, att man »därstädes i regel framgått på en annan väg än den, på vilken professor Schotte vill leda vår skogsförsöksanstalts utveckling». Nu vet jag för det första ej varföre man alltid skall taga förebild från utlandet, men för det andra är jägmästare Wibecks jämförelse alldeles felaktig. Jag vet ej att man någonstädes har två avdelningar för skogsskötsel — för »Waldbau», som han nu vill försvara. Tvärt om har man där i allmänhet just med hänsyn till svårigheten att erhålla kompetent ledare både för skogsskötsel och skogsmatematik uppdelat arbetet i *en* ren skogsavdelning och *en* skogsuppskattningsavdelning. Det är just åt samma håll jag strävar genom förslaget om en särskild matematiker. Att jag dock tänkt mig denna befattning något närmare knuten till skogsavdelningen än vad fallet är i andra länder, tror jag är en fördel, och jag kan beträffande denna sak också åberopa utländsk auktoritet. Vid die deutsche Forstversammlung in Kreuznach 11—15 sept. 1921 höll professor A. SCHWAPPACH föredrag över »Versuchswesen und Betriebsstatistik»[1] och yttrade: »Die Leitung des Versuchswesens müsse aber dann in der Hand *eines* Mannes liegen; andersfalles ergeben sich Reibungen». —

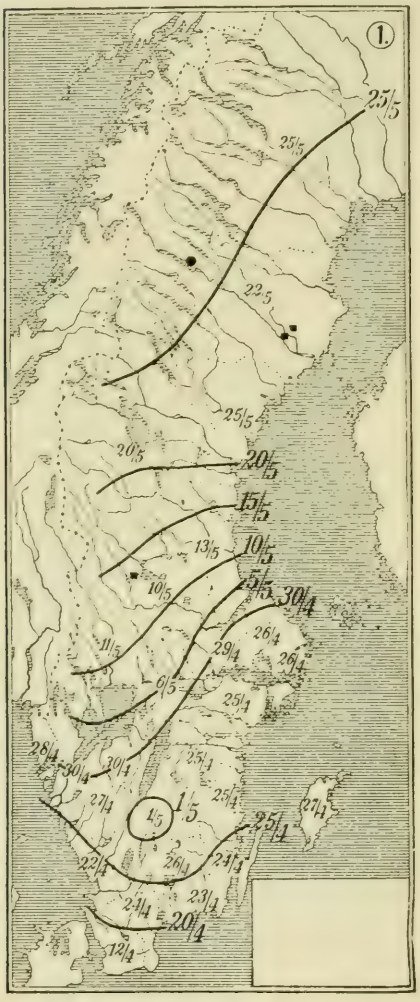


Fig. 7. Karta utvisande såddens inträde i Sverige åren .

Jägmästare Wibeck tager fel, när han tror, att den föreslagna försöksledarens jägmästarens ställning i »realiteten bleve den av assistent åt föreståndaren på skogsavdelningen».

Jägmästare Wibeck tyckes alldeles har glömt mina principer i snarlika fall. Annars borde han minnas, att den tid han t. o. m. hade en »rent underordnad assistentställning» vid skogsavdelningen fick han nästan uteslutande syssla med författareskap och egna undersökningar. Även den nuvarande assistenten har nästan helt fått egna uppgifter, särskilt vad beträffar innearbetet. Det torde kunna snarare läggas mig till last, att jag i detta avseende varit för tillmötesgående mot mina assistenter och själv därför fått syssla med en del löpande lappri, som rätteligen bort tillkomma dem.

[1] Forstliche Wochenschrift Silva 30 sept. 1921. —

Försöksledaren framhåller, att hans bortovaro under större delen av åreför en längre eller kortare period framåt i hög grad skulle äventyra utförant det och resultatet av fröundersökningarna.[1] Detta är sannolikt och i varje fall skulle de nog härigenom bli fördröjda. Därföre har jag också föreslagit jägmästare Wibeck, att jag skulle hos Styrelsen förorda, att han måtte erhålla förordnande vid norrlandsavdelningen under januari—mars 1922 för att just då kunna syssla med dessa fröundersökningar och utarbeta den anatomiska undersökningsmetod, han omnämner. Revisionen av skogsodlingsytorna skulle hällre under åtminstone *ett* år kunna i huvudsak anförtros åt norrlandsavdelningens skogsbiträde.

Försöksledaren beklagar vidare, att hans arbets- och utgiftsförslag hösten 1920 ej följts, varigenom uppenbart den »plan till vidgad inblick i norrlandstallens klimatiska anpassning (= proveniensfrågan), som han framlagt den 8 och 10 sept. 1920 och varmed det utmärkta och rikliga fröprovsmaterialet från vintern 1919—1920 var ämnat att komma till användning, ej kan utföras. Förslaget härom var dock i denna inlaga endast »framkastat till Styrelsens övervägande». Visserligen vore det teoretiskt intressant att få en så vidlyftig undersökning utförd, som jägmästare Wibeck tänkt sig, men jag har mycket svårt att se, om därur skulle kunna för det praktiska skogsbruket erhållas direktiv, som kunna följas i högre grad än vad som kan utläsas av skogsavdelningens redan befintliga och rätt omfattande försök härom. I varje fall synes det mig finnas mycket viktigare uppgifter än dessa detaljstudier över proveniensspörsmålet, då dessa ej — i den utsträckning jägmästare Wibeck tänkt sig försöken — skulle kunna förenas med lokala temperaturobservationer. —

Beträffande försöken inom skyddsskogarna har jägmästare Wibeck ej yttrat sig om mitt förslag till en skoglig-markbiologisk undersökning för området, innan vissa försök anlades. Om tiden emellertid medgiver, vilket ej är alldeles osannolikt, direkta försök i skyddsskogarna något år tidigare än vad som angives i den av mig framlagda planen, så har jag naturligtvis ej något däremot. Dock synes mig intet sådant arbete böra ske förr än *efter* en sommars rekognoscering i fjällskogarna.

Skogsförsöksanstalten den 24 november 1921.

GUNNAR SCHOTTE.

[1] Jag vill i detta sammanhang erinra om att ett stort antal grankotteprov insamlats i höst, och är jägmästare Wibeck eloge värd för att han så tidigt på sensommaren rekvirerade kottproven, varigenom kotten torde släppt sitt frö i mycket mindre omfattning, än som blivit fallet om man i år dröjt till den normala kottplockningstiden.

LARS-GUNNAR ROMELL.

LUFTVÄXLINGEN I MARKEN SOM EKOLOGISK FAKTOR.

FÖRORD.

Gasutbytet mellan atmosfären och det översta markskiktet bör ur två synpunkter vara av ekologiskt intresse. Å ena sidan behöva även i jorden levande organismer och organ syre för sin andning och producera i stället kolsyra. Tillförseln av syre till de biologiskt aktiva markskikten liksom borttransporten av den bildade kolsyran, vilken i för höga koncentrationer kan verka giftigt, kan därför vara en ekologisk faktor för dessa organismer. Å andra sidan är kolsyran näst vattnet de gröna växternas viktigaste näringsämne, som visserligen finnes i absolut taget stora kvantiteter i lufthavet, men i ringa koncentration. Det är därför på förhand ej osannolikt att kolsyreavgivningen från marken kan spela en roll för de gröna växternas kolsyrehushållning. Åtskilliga från lantbruksbotaniskt håll framförda fakta tala även för att så är fallet, och en nyligen utkommen avhandling av LUNDEGÅRDH bekräftar detta i så måtto, att den visar hur den från marken avgivna kolsyran har en fundamental betydelse för vissa växter i skogens markvegetation. Skogens värsta kólsyreslukare äro ju emellertid skogsträden själva, och deras kolsyrehushållning är ett stort och fundamentalt, ännu obearbetat skogsekologiskt problem.

I föreliggande avhandling ses gasutbytet mellan marken och atmosfären endast från den förstnämnda, man skulle kunna säga negativa sidan. Synpunkten är alltså att söka utreda, i vad mån de värden av syrebrist resp. kolsyreöverskott, som man påträffar i jordluften, kunna antas vara skogligt-ekologiskt betydelsefulla, framför allt i vårt land. Såväl ur praktisk som rent vetenskaplig synpunkt har det emellertid ansetts lämpligt att även söka utreda dessa värdens beroende av i förhållande till dem primära och lättare iakttagbara faktorer, och därav har redan nu en utredning angående gasutbytet och dess mekanik blivit påkallad, enär en något så när tillfredsställande dylik förut ej presterats. Såväl för att denna utredning ej skulle svälla ut oproportionerligt — den har blivit nog lång ändå — som även ur arbetsekonomisk synpunkt har det emellertid ansetts bättre att vänta med en del detaljarbete, som

för den föreliggande undersökningen kunde undvaras, och i stället utföra detta i sammanhang med den undersökning över kolsyrebalansen i skogen, som speciellt efter LUNDEGÅRDHS arbete måste anses påkallad och som upptagits på Skogsförsöksanstaltens program. Jag avser med detta tillsvidare uppskjutna detaljarbete en jämförande undersökning av kolsyreavgivningen från olika marker, som i förening med markluftanalyser skulle kunna ge ett mått på genomluftningens styrka. I föreliggande avhandling meddelas endast ett par orienterande dylika bestämningar.

Den föreliggande undersökningen bör alltså anses som ett led i en större, som omfattar hela problemet om gasutbytet mellan marken och luften, betraktat från skogligt ekologisk synpunkt, både den positiva och negativa sidan därav, som vi nyss formulerade saken. Jag skulle rent av velat titulera avhandlingen »Markens gasutbyte med luften från skogligt ekologisk synpunkt, I» eller något dylikt. Jag har ej gjort det, därför att spåren förskräcka: av doktorsavhandlingar med dylika titlar kommer som bekant andra delen ofta ej ut.

Av så att säga pedagogiska skäl har den i naturvetenskapliga publikationer övliga ordningen frångåtts såtillvida att en rätt brett lagd diskussion över frågans allmänna läge föregår redogörelsen för huvudparten av de experimentella resultaten och den härigenom rätt kortfattade detaljdiskussionen på grundval av dessa. Jag har nämligen ansett nödigt att reda upp hela frågan, som i den hittills föreliggande litteraturen såvitt jag vet ej fått någon genomtänkt, sammanfattande behandling (CLEMENTS' stora sammanfattande arbete 1921 är så gott som enbart litteraturrefererande och inlåter sig knappt på några diskussioner). Jag har då vidare ansett lämpligt att ta denna utredning först, så att läsaren vid studiet av mina experimentella siffror måtte ha bakgrunden klar.

Måhända skall någon finna, att den allmänna diskussionen ofta rör sig med lantbruksvetenskapliga erfarenheter i större utsträckning än som är brukligt och passande i en skoglig publikation. Att agrikulturella data tagits till råds i så pass stor utsträckning som skett beror helt enkelt därpå, att det på viktiga punkter finns av jordbruksforskare samlat exakt kunskapsmateriel, medan motsvarande data från skogsvetenskapligt håll saknas.

Avhandlingen framträder vidare i ett ovanligt skick såtillvida att den delvis är tryckt på svenska, delvis på tyska. Detta har ej skett av pedagogiska skäl, utan rätt och slätt av ekonomiska och praktiska. Den vanliga ordningen i Statens Skogsförsöksanstalts Meddelanden är att efter huvudavhandlingen i korpus på svenska följer en resumé i borgis på ett av de tre världsspråken. Nu är saken den, att jag beträffande

avd. II, gasutbytets mekanik, ej kan åta mig att lämna en resumé, avsevärt kortare än huvudframställningen och med bibehållen begriplighet. Den vanliga ordningen skulle då medfört, att denna avdelning i Meddelandena tryckts in extenso två gånger på olika språk. Då avdelningen i fråga knappt torde läsas av andra svenskar än sådana som förstå tyska, beslöts på prof. HESSELMANS förslag att i stället trycka den endast på detta språk. I Meddelandena återfinnes avdelning II därför in extenso i den tyska borgisavdelningen, och på dess plats i huvudavhandlingen meddelas endast i några korta punkter de resultat som utredningen givit. I separatupplagan utan resumé står avd. II på sin plats i avhandlingen, blott med borgis och på tyska i stället för med korpus och på svenska. Pagineringen inom [ ] är lika i båda upplagorna. I Meddelandena finnes sålunda i den svenska textens paginering en lucka, i vilken avd. II passar in.

I samband med de studier, vilkas resultat framläggas här nedan, har jag på ett eller annat sätt rönt hjälp av en hel del personer, till vilka jag här vill framföra mitt erkännsamma tack. Främst gäller detta tack min chef, vän och läromästare, prof. H. HESSELMAN, som givit mig undersökningen att sköta som tjänsteåliggande och städse under dess fortgång bistått mig med råd, upplysningar och kritik. När och i vad mån även idéerna äro hans eller någon annans utom mina egna, framgår detta av texten i avhandlingen. Därnäst vill jag tacka min chef, professor G. SCHOTTE samt mina kolleger, fil. lic. C. MALMSTRÖM, docent O. TAMM och jägmästare S. PETRINI, med vilka jag till undersökningens båtnad haft tillfälle diskutera diverse frågor. För upplysningar och anvisningar har jag vidare att tacka: e. o. statsmeteorologen T. BERGERON, professor E. HENNING, docent E. HOLM, professor A. KROGH, Köpenhamn, docent H. LUNDEGÅRDH, Lund, skogsförvaltare E. C. MADSEN, Övedskloster, kronojägare T. B. NILSSON, Våxtorp, byråchef J. W. SANDSTRÖM, docent S. D. WICKSELL, Lund, förste aktuarien J. ÖSTLIND och statsmeteorologen C. J. ÖSTMAN. Vid det tråkiga och besvärliga arbetet med hopskaffandet av litteraturen har mycket arbete sparats mig genom biblioteksamanuensens, H. AMÉEN, förekommande hjälpsamhet. Fröken AMÉEN har dessutom varit nog vänlig att hjälpa mig med renskrivningen av litteraturförteckningen. Docent O. TAMM har välvilligt läst ett korrektur.

INNEHÅLL.

Avd. I. De biologiskt viktiga markskiktens syre- och kolsyrehushållning ..... 131 [7]

Kap. 1. Markluftens sammansättning, medeltal och extremer, enligt tidigare undersökningar ..... 131 [7]

Kap. 2. Växlingarna i markluftens sammansättning ..... 132 [8]
Årlig variation — Hastig variation. — Variation med lokalen. — Olika djup.

Kap. 3. Orsaker till växlingarna i markluftens sammansättning 135 [11]

Kap. 4. Oxidationsprocesserna i jorden ..... 136 [12]
Sterilisationsförsök. — Markens syrekonsumenter och kolsyreproducenter. — Biologiska orsaker till markluftens variationer.

Kap. 5. Kolsyreproduktionens belopp ..... 141 [17]
Kolsyreproduktion i kulturjordar. — Kolsyreproduktion i skogsjord.

Kap. 6. Gasutbytets livlighet, bedömd med ledning av kolsyreproduktionen och förrådet av kolsyra ..... 147 [23]
Åker. — Bokskogsmark. — Markkolsyran och atmosfären. — Syretransporten. — Slutsatser.

Avd. II. Gasutbytets mekanik 151

Kap. 7. Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Faktoren ..... 287 [27]

A. Temperatur ..... 290 [30]
Die tägliche Schwankung. — Die jährliche Schwankung. — Stärkere Erwärmung des Bodens gegenüber der Luft.

B. Luftdruck ..... 300 [40]
Periodische und unperiodische Schwankung. — Mikrobarische Variationen. — Lokale Differenzen.

C. Wasser ..... 304 [44]
Grundwasser. — Regen. — Gesamtwirkung des Niederschlags.

D. Wind ..... 305 [45]

E. Diffusion ..... 311 [51]
Fall 1. — Fall 2. — Fall 3, genereller Fall. — Ausführung der Berechnung für spezielle Fälle. — Diffusionskoeffizient. — Geförderte Mengen.

Kap. 8. Die Bodendurchlüftung als Diffusionsvorgang und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren ... . 330 [70]
Pufferwirkung der Tiefenschichten. — Beteiligte Gase. — Aktivität und Gehalte. — Verschieden lufthaltige Böden. — Inhomogene Böden. — Wasser im Boden. — Lehm- und Tonböden. — Luftdruck und Temperatur. — Änderung der Aktivitätsverteilung durch Temperatur. — Tägliche Schwankung. — Gemessene Gehalte. — Abweichungen vom Dauerzustand. — Zusammenfassung.

Avd. III. Den ekologiska betydelsen av ett syredeficit och kolsyreöverskott i marken ..... 154 [80]

Kap. 9. Några experimentella data ..... 154 [80]
Rötternas syrebehov. — Kritiska koncentrationer. — Markens »två atmosfärer»; aërotropism. — Specifika differenser. — Akut verkan av gasutbytets strypning. — Vattenkulturer. — Kronisk verkan av gasutbytets strypning. — Toxiner i jorden. — Sammanfattning.

Kap. 10. Markluftningsproblemets ställning i lant- och skogsbruk och i ekologien ..... 171 [97]
Lantbruksforskningen. — Skogliga erfarenheter. — Markluftningsfrågans ställning i den rena ekologien. — Sammanfattning.

Avd. IV. Markluften i svenska skogar ..... 177 [103]

Kap. 11. Undersökningens planläggning och förlopp ..... 177 [103]
Undersökningens föremål. — Principiella svårigheter.

Kap. 12. Apparatur och metodik ..... 180 [106
Analysapparat, fellatitud. — Provens uppsugning och förvaring. — Jordsonder. — Aspirerade mängder. — Tätningsförsök. — Definition av djupet. — Svårigheter vid provtagningen. — Analyssiffrornas betydelse.

Kap. 13. Analysresultat. Allmänna drag hos variationen ..... 192 [118]
Variation med olika väderlek. — Variation med olika djup. — Den inbördes storleken av syrebrist och kolsyreöverskott. — Sammanfattning.

Kap. 14. Analysresultat, sammanställda för olika marker ..... 200 [126]
A. Torra råhumusgranskogar ..... 200 [126]
B. Skog i lider med rikligare örter ..... 203 [129]
C. Hotad och försumpad granskog ..... 205 [131]
D. Tallskogar ..... 208 [134]
E. Ortstensmarker ..... 209 [135]
F. Dåliga ljunghedar ..... 210 [136]
G. Lyckade ljunghedsplanteringar ..... 212 [138]

H. Råhumusbokskogar ... 213 [139]
I. Lövskogar med mull ... 214 [140]
K. Lövkärr ... 215 [141]
L. Lerbränna ... 215 [141]
M. Mossar ... 216 [142]
N. Gräsmark ... 219 [145]
O. Åkrar ... 219 [145]
Sammanfattning ... 219 [145]

Kap. 15. Skogsekologisk diskussion av analysresultaten ... 221 [147]
1. Råhumusmarker i Norrland ... 221 [147]
2. Tallhedar ... 225 [151]
3. Ortsten ... 226 [152]
4. Ljungråhumus ... 226 [152]
5. Bokråhumus ... 230 [156]
6. Mossar och kärr ... 230 [156]
7. Lermarker ... 232 [158]
8. Kolsyrehalterna ... 232 [158]

Kap. 16. Återblick. Försök till några skogligt viktiga slutsatser 233 [159]

Avd. V. Lokalbeskrivningar ... 236 [162]

Avd. VI. Tabeller (Tab. I—II och XIII—XIV) ... 249 [177]

Litteratur ... 273 [201]

Resümee ... 281

AVD. I.

DE BIOLOGISKT VIKTIGA MARKSKIKTENS SYRE- OCH KOLSYREHUSHÅLLNING.

KAP. 1. Markluftens sammansättning, medeltal och extremer, enligt tidigare undersökningar.

Litteraturen om markluft är, om man så vill, mycket gammal. Redan »gasernas upptäckare», VAN HELMONT, angav närvaron av »Gas silvestre», d. v. s. vad vi nu kalla koldioxid eller kolsyra, i hålor i marken (Ortus medicinæ etc. 1648, cit. efter MEYER 1914). Troligen den äldsta uppgift att luften redan i de allra översta markskikten har en lägre syrehalt än atmosfären återfinnes hos ALEXANDER VON HUMBOLDT (1799): »Luften i mellanrummen i åkerjorden är en ytterst starkt azoterad[1] gas. De maskar och insekter som leva inuti detta jordlager inandas en azote som blott innehåller 0,05 eller 0,07 syre». Siffran är utan tvivel synnerligen bristfällig; i atmosfären finner HUMBOLDT en syrehalt av omkring 26 % i stället för faktiska 21. Senare undersökningar ha aldrig för luften i åkerjord givit något så lågt värde som 7 % syre.

Markluftens från atmosfären mer eller mindre avvikande sammansättning är emellertid ett faktum som alla senare undersökningar på området med full överensstämmelse konstaterat.

De i litteraturen föreliggande uppgifterna härröra dels från hygieniker — de stamma från den tid, då man ansåg kolera, nervfeber m. fl. sjukdomar orsakade av osunda exhalationer från jorden —, dels från jordbruksforskare, några få från skogsbrukets män. I tab. I (se i slutet av avhandlingen) meddelas ett sammandrag av siffermaterialet i litteraturen, försåvitt detta avser jordar i normal lagring (bearbetade eller obearbetade, gödslade eller ogödslade). Siffror för konstgjorda jordblandningar eller för jordar lagrade i cementgropar, plåtcisterner etc. äro däremot ej medtagna. Även med dessa undantag gör sammanställningen dock ej anspråk på att vara fullständig. Några undersökningar äro uteslutna med avsikt av andra skäl än de nämnda, ytterligare ett par äro tryckta i publikationer, som ej varit tillgängliga för mig. Det förra gäller t. ex. LEATHERS (1915) värden från diverse indiska kulturmarker, vilka ej upptagits av det skäl, att hans metod att samla analysproven ej ger den faktiska sammansättningen av luften i jorden (gasfasen), som det här är fråga om, så att hans siffror ej äro jämförbara med övriga.

I tabellen anges dels medeltal för halt av syre (O_2) och kolsyra (CO_2 i volymprocent, beräknade ur det angivna antalet enkelbestämningar,

[1] azote, gammal benämning för kväve.

dels extremer, uppåt och nedåt, av de funna värdena. I några fall äro de angivna extremvärdena ej extremer bland enkelbestämningar, utan bland månadsmedia; detta är i så fall särskilt anmärkt i tabellen. Det djup under jordytan, från vilket luftproven stamma, är angivet i dm och årstid med romerska siffror, betecknande månadernas nummer från I = januari till XII = december.

Till jämförelse meddelas i tab. II (i slutet av avhandlingen) några uppgifter om den fria atmosfärens sammansättning.

Siffrorna i tabellerna torde genomgående betyda volymprocent av torr luft, ehuru detta ej alltid klart framgår av originaluppgifterna.

En granskning av tabellerna visar att markluftens sammansättning å olika platser kan vara högst väsentligt olika, men att praktiskt taget alltid och överallt en tydlig skillnad mellan denna och atmosfärens förefinnes. Även å en och samma lokal kan markluften variera avsevärt, i det dels sammansättningen kan växla rätt betydligt från fläck till fläck (SMOLENSKY, BENTZEN, SCHLÖSING), dels ändras på samma fläck. En del generella drag kunna utläsas ur det föreliggande materialet:

1. Syrehalten sjunker, kolsyrehalten stiger i regel med ökat djup under jordytan.

2. Där fortlöpande analyser gjorts å samma stationer under längre tid (se särskilt PETTENKOFER och WOLFFHÜGEL) har man i regel funnit minimum av syre och maximum av kolsyra under sommaren, vanligen under rötmånaden, och maximum av syre, minimum av kolsyra under de kallaste månaderna. Under andra klimatiska förhållanden kan en dubbel årsperiod förekomma med maxima av kolsyra vår och höst, minima vinter och sommar (England: RUSSELL och APPLEYARD 1915).

3. Syrehalten i de ytliga, av rötter genomsatta markskikten sjunker endast i sällsynta undantagsfall avsevärt under atmosfärens. Den håller sig i de allra flesta fall omkring 18—20 volymprocent. Kolsyrehalten är alltid procentiskt betydligt högre än atmosfärens, i genomsnitt minst 10 gånger så stor, men uppnår endast sällan högre värden än en eller annan volymprocent.

4. En hög kolsyrehalt brukar åtföljas av en relativt betydande syrebrist och vice versa. Summan av syre och kolsyra kan dock variera betydligt. (Det är alltså ej tillåtligt att som en del äldre forskare genom bestämning av enbart kolsyran sluta sig till syrehalten.)

KAP. 2. Växlingarna i markluftens sammansättning.

Som redan framhållet, äro variationerna i markluftens sammansättning betydande. Såväl för en diskussion av orsakerna till dessa variationer som framförallt för diskussionen om deras ekologiska betydelse får man

skilja mellan systematiska olikheter mellan olika lokaler, å ena sidan, och variationen å samma punkt å den andra. Vad den senare beträffar, kan man urskilja dels långsamma växlingar efter årstiderna, dels hastigare svängningar upp och ned med en varaktighet av någon eller några dagar. De senare vilja vi för korthetens skull kalla den hastiga variationen, de förra den årliga.

Årlig variation. Den årliga variationens amplitud uppgick i PETTENKOFERS och WOLFFHÜGELS sexåriga serier från München (WOLFFHÜGEL 1879) till i medeltal omkring ± 60 %, räknat efter månadsmedia (d. v. s. de högsta och lägsta månadsmedia ligga i genomsnitt på ett avstånd från medeltalet dem emellan av vardera 60 % av detta medeltal). Detta både för serien från 1,5 och för den från 4 m djup. FODORS (1882) treåriga serier från Budapest visa större variation och för det mesta mindre amplituder, och dessa avtaga mot djupet.

Följande tabell ger siffrorna. Även de ur FODORS material härledda hänföra sig till månadsmedia.

Tabell III. **Amplituder för CO_2-haltens årliga variation, % åt ömse håll.**
Amplituden der jährlichen Variation der CO_2, % + und —.

Djup, m ..... Tiefe, m	1	1,5	2	3	4
FODOR, station 1	46	—	39	34	—
» » 2	(54)	—	37	—	32
» » 3	67	—	62	—	15
» » 4	52	—	—	—	—
PETTENKOFER & WOLFFHÜGEL	—	59	—	—	61

Vad kurvornas form beträffar, är den särskilt i münchenmaterialet mycket karaktäristisk, i det kurvan omkring maximum stiger och faller mycket brant, medan minimum är mjukt och utdraget. Kolsyrehalten ligger alltså en större del av året närmare minimivärdet än närmare maximivärdet. Toppen på kurvan faller hela tiden någonstädes inom årets tredje kvartal eller på gränsen till det fjärde. Maximets kortvarighet är än mer utpräglad i RUSSELL & APPLEYARDS (1915) material. Årskurvorna för kolsyreöverskott och syrebrist äro i detta material tvåtoppiga med ett vår- och ett höstmaximum, av vilka det förra är starkast och mest utpräglat. Det infaller med stor regelbundenhet i april.

Hastig variation. Även den hastiga variationen synes kunna vara ganska betydande. I FODORS långa serie av dagliga bestämningar på 1 m djup i Budapest (1881 plansch I, kurva 3) förekomma hastiga svängningar av upp till ± c:a 50 % av CO_2-halten. Härvid är ändå ej ett

högt 7-dagarsmaximum medräknat bland de »hastiga» variationerna, då kolsyrekurvan den första veckan i juli snabbt sprang upp till över dubbla höjden mot förut och nådde maximum för det året, för att lika hastigt sjunka tillbaka igen, så att värdena från och med den 12. äro desamma som i slutet av juni. Detta skarpa maximum har alldeles samma karaktär som RUSSELL & APPLEYARDS aprilmaximum. Att ange ett genomsnittsvärde för den hastiga variationens amplitud efter FODORS material åtar jag mig ej, men vill i stället meddela några enskilda värden å amplituden för en serie utvalda, särskilt påfallande svängningar i hans kurva.

April 1877			Maj 1877			Juni 1877		Juli 1877	
— 18;	+ 18;	+ 28;	— 44;	+ 39;	+ 45;	+ 17;	— 17;	— 28;	+ 52.

Det torde vara helt uteslutet, att dessa svängningar bero på analysfel. Den metod, som FODOR använde (PETTENKOFERS aspirationsmetod), vet jag visserligen av egen erfarenhet vara kinkig, men FODORS analyser av atmosfärisk luft med samma metod visa, att man ej kan förutsätta så stora tillfälliga fel i hans bestämningar. Emot det antagandet att svängningarna skulle bero på analysfel talar ock det förhållandet, att de visa en tydlig gång. Vissa delar av FODORS kurva visa en livlig variation av kolsyrehalten, men däremellan förlöper kurvan lugnt och jämnt, endast taggig av helt små svängningar, som hålla sig inom en $\pm$ 5 %. De nyss anförda siffrorna från april till juli 1877 härstamma just från en dylik livlig period. Det är svårt att avgöra, vilket som är det vanligaste fallet, en relativ konstans av markluftens syre- och kolsyrehalt dag från dag å samma punkt eller en variation av den livlighet, som FODOR ibland fann. RUSSELL & APPLEYARD (1915) ha funnit att de hastiga variationerna hålla sig inom relativt snäva gränser. GAARDER & HAGEM betona å andra sidan de stora skillnaderna mellan prov tagna efter regn och under torrväder under samma årstid. Moderna serier, jämförbara med FODORS, finnas mig veterligt ej publicerade.

Variation med lokalen. Olikheterna mellan olika lokaler med avseende på markluftens sammansättning kunna i extremfall vara de största tänkbara, åtminstone för syrehalten. Sifferexempel återfinnas i tabell I.

Även från fläck till fläck å en enhetligt utseende lokal kan som redan nämnt markluftens sammansättning variera. RUSSELL & APPLEYARD funno i provserier, tagna för utrönandet av storleken av denna variation, standardavvikelser som i runt tal uppgingo till 20 % av kolsyrehalt resp. syrebrist. Dessa siffror gälla åkerjord.

Olika djup. Slutligen ha vi att nämna några ord om variationerna med djupet under jordytan. Man har som redan nämnt funnit, att kol-

syrehalten och syrebristen så gott som undantagslöst stiga med ökat djup. Stegringen är dock ej proportionell mot djupet, utan sker i regel i betydligt långsammare takt ju längre man kommer nedåt. RUSSELL & APPLEYARD funno t. ex. att det ej var någon väsentlig skillnad i jordluftens sammansättning på 6″ och på 18″ djup. CO_2-överskottet och O_2-bristen var i medeltal efter deras siffror på det större djupet endast 27 % större än på det mindre, medan ökningen skulle varit 200 %, om stegringen varit lineär.

KAP. 3. Orsaker till växlingarna i markluftens sammansättning.

Beträffande orsakerna till alla dessa olika slag av variationer kan man helt allmänt och på förhand säga, att de närmaste måste vara en eller bägge av tvenne: Variationer i oxidationshastigheten i marken och olikheter i gasutbytet med luften. En del av de tidigare författarna på området togo något ensidigt hänsyn till den ena eller andra av dessa faktorer och kommo så till motsägande resultat (jfr litteraturreferatet hos WOLLNY 1880 a). Bäggedera spela alltså en roll. Det är klart, att man kan tänka sig ett visst kolsyreöverskott eller en viss syrebrist uppkomma lika väl genom särskilt stark syrsättning i marken vid normal genomluftning som genom dålig genomluftning även vid långsam syrsättning i marken. Saken är tämligen självklar, men torde dock förtjäna att uttryckligt påpekas och bör alltid hållas i minnet vid diskussionen. Om man vill t. ex. anföra erfarenheter från Indien, måste man sålunda komma ihåg, att det ej är säkert, att dessa utan vidare kunna tillämpas i tempererade klimat, där omsättningen i marken ej kan väntas uppnå samma intensitet. Det är på förhand rent av sannolikt, att markluftningen bör i högre grad vara en ekologisk faktor och ett agrikulturellt problem i Indien än i Sverige.

Denna förhandsvisdom är ju emellertid i all sin självklarhet rätt mager. Det som intresserar mest, såväl teoretiskt som framförallt praktiskt, är att veta vilka ytterfaktorer, så klimatiska och meteorologiska som kulturella, som inverka samt hur och i vilken grad de inverka.

Redan tidigt jämförde man de observerade variationerna i markluftens sammansättning med variationerna av olika faktorer och fann vissa samband. Man fann sålunda ett samband mellan kolsyrehalten på olika ställen och graden av »förorening» med organiska ämnen i jorden (de tidigaste undersökningarna utfördes som nämnt av hygieniker), man fann att kolsyrehalten och syrebristen under för övrigt likartade förhållanden uppnådde större värden under lera än under sand och grus (FLECK

1874 b). Man fann på samma plats maximum av kolsyra under de varmaste månaderna, man fann ett samband mellan kolsyrehalten och regnmängden eller grundvattenståndet (LEWIS & CUNNINGHAM) och trodde sig kunna spåra ett inflytande av blåst och barometervariationer. Man förklarade även tidigt saken så, att kolsyra bildades och syre bands vid den organiska omsättningen i jorden, och att ersättningen av den förändrade luften med frisk luft gick mer och mindre lätt för sig allt efter jordens olika s. k. permeabilitet. Denna permeabilitet har sedan särskilt intresserat jordbruksforskarna, sedan SORAUER lancerat markluftningen som en faktor av agrikulturell betydelse, och man har gjort experimentella bestämningar därav för olika jordar i olika tillstånd, vilka tillgått så, att man pressat luft genom jorden och registrerat, hur mycket som går igenom per tidsenhet vid ett visst tryckfall. Kolsyreproduktionen och syreförbrukningen i olika jordar under olika förhållanden ha gjorts till föremål för talrika experimentella undersökningar. Vi skola i det följande lämna en kort resumé av vad man numera vet om det samspel av olika faktorer, som resulterar i de procenthalter av syre och kolsyra, som man finner i markluften, och börja då med syreförbrukningen och kolsyreproduktionen för att sedan övergå till gasutbytet.

KAP. 4. Oxidationsprocesserna i jorden.

Sterilisationsförsök. Att själva jorden i naturligt tillstånd förbrukar syre vet man ända sedan SAUSSURE (1804). En jord som steriliserats med kloroform eller andra gifter (WOLLNY 1880 a, FODOR 1882, RUSSELL 1905) eller genom upphettning (DEHÉRAIN & DEMOUSSY 1896, RUSSELL 1905) oxideras däremot endast ytterst långsamt av luftens syre och producerar mycket obetydliga mängder kolsyra vid vanlig temperatur. I de av HESSELMAN (1910 b) undersökta sura, torvartade humusslagen, som ha särskilt intresse ur skoglig synpunkt, var dock oxidationshastigheten även efter sterilisering förvånande hög, ja stundom högre än i osteriliserade prov. Det torde emellertid vara förhastat att anta att i dessa jordar i naturen en rent kemisk oxidation av humusämnena spelar så stor roll som dessa försök synas visa (jfr ODÉN 1919 p. 162). Man kan tänka sig, dels att lättoxidabla ämnen bildades vid upphettningen i och för sterilisering — att jord alltid tämligen radikalt ändras genom upphettning, vet man —, dels — vilket kanske ej heller är uteslutet — att steriliseringen ej varit fullständig; i så fall skulle man i de prov, som efter steriliseringen visade ökad syreabsorption, ha en parallell till den särskilt av RUSSELL och hans medarbetare studerade inverkan av »partiell sterilisering» av jord, vilken kan höja aktiviteten i jorden be-

tydligt (i åkerjord därigenom att bakterierna få tillfälle till ohindrad massförökning vid frånvaro av bakterieätande protozoer; jämför DARBISHIRE & RUSSELL 1907, HESSELINK 1910, RUSSELL & HUTCHINSON 1909 och 1913 och BUDDIN 1914). Att syreabsorptionen stundom ökade efter steriliseringen synes starkt tala för att HESSELMANS resultat böra tolkas på något av de sätt vi antytt. Prof. HESSELMAN är enligt muntligt meddelande själv av denna åsikt.

Vid undersökning av kolsyreproduktionen hos osteriliserad jord vid olika temperaturer (FODOR 1882, DEHÉRAIN & DEMOUSSY 1896) finner man en rask stegring till ett optimum vid omkring 65°, därefter en minskning till ungefär 100°, ovan vilken temperatur kolsyreproduktionen åter mycket hastigt stiger, antydande att vid något över 100° de vid vanlig temperatur nästan overksamma rent kemiska oxidationsprocesserna uppnå avsevärd intensitet.

Det kan synas som det i det förevarande sammanhanget vore skäligen ointressant om oxidationsprocesserna i jorden äro av biologisk eller kemisk natur, då vid normala temperaturer andningen ungefär följer VAN'T HOFFS regel, som gäller för de kemiska reaktionerna. (Se t. ex. NATHANSOHN 1910 p. 374). Om detta är fallet för varje enskild organism och alltså för summan av ett visst antal organismer i ett fysiologiskt experiment, måste emellertid den ekologiska temperaturkoefficienten, om jag så får säga, under gynnsamma omständigheter bli större än vad VAN'T HOFFS regel anger (d. v. s. stegring med 2 à 3 gånger för 10° temperaturhöjning), ty summan av t. ex. antalet bakterier i jorden är ej konstant, utan ökas hastigt vid ökad temperatur under i övrigt gynnsamma betingelser. Jämför om RUSSELL & APPLEYARDS aprilmaximum ovan kap. 2. För tolkningen av detta plötsligt inträdande och skarpa, men lika hastigt återgående maximum framkasta de citerade forskarna den tanken, att under vintern en »partiell sterilisation» skulle äga rum i marken. Maximets hastiga återgång skulle då kunna bero på att bakterierna igen decimeras av protozoer efterhand som dessa bli talrika på nytt. Vidare får, när det är fråga om biologisk, ej rent kemisk oxidation, samma höjning av temperaturen olika effekt i olika temperaturområden. Den starka ökningen i kolsyreproduktion till följd av stigande temperatur kommer enligt KEEN & RUSSELL (1921) först sedan temperaturen passerat 5° till 6°. Temperaturstegring är alltså i det studerade fallet av biologisk oxidation i området mellan 0° och 5—6° så gott som verkningslös, i motsats till vad fallet borde vara vid en rent kemisk process.

Markens syrekonsumenter och kolsyreproducenter. Verksamma vid oxidationen i jorden äro bakterier och andra mikroorganismer, mycelie-

svampar, de högre växternas rötter samt markfaunan. Den senare torde spela den minsta rollen; dock vet man ingenting säkert härom. Markfaunan i våra naturliga växtsamhällen, speciellt råhumusmarkerna, är ett kapitel, som ännu väntar på sin bearbetning. Vad de högre växternas rötter beträffar, vet man sedan gammalt (INGENHOUSS 1779 p. 228 ff.) att de andas rätt kraftigt, och då de i de flesta kultur- som naturssamhällen förekomma i stor mängd skulle man vänta att finna en betydlig inverkan av dem på jordluftens sammansättning. En mark med rikt växttäcke borde då vara syrefattigare och kolsyrerikare än samma mark naken. De jämförande undersökningar som gjorts, framförallt av jordbruksforskare, ha dock ej givit något överensstämmande utslag i denna riktning (jfr MÖLLER 1879, EBERMAYER, se tab. I, WOLLNY 1880 b, 1886, 1896, LAU 1906, BARAKOV 1910, RUSSELL & APPLEYARD 1915, TURPIN 1920). Resultaten äro tvärtom rätt motsägande, utan tvivel beroende på att grödan som RUSSELL & APPLEYARD och före dem WOLLNY ha påpekat inverkar på många olika sätt. WOLLNY hänför den negativa effekt, som han fann, till grödans (experimentellt konstaterade) inverkan på markens temperatur och fuktighet, och den positiva effekt, som han fann ett flerårigt växttäcke utöva, till den ökade humushalt i jorden, som analyser visade i den av växter täckta jorden. Möjligen kunna de högre växterna inverka på omsättningen i jorden genom mikroorganismer även på annat sätt, så att saken blir än mer komplicerad. Jag tänker på den inverkan av en risgröda på markens metanproduktion, som HARRISON & AIYER (1913) funnit. Ytterligare en sak måste man tänka på, när det gäller bedömningen av de av ovan anförda data, som endast avse kolsyrehalten: rötternas respiratoriska koefficient $CO_2 : O_2$ (d. v. s. relationen mellan avgiven kolsyra och förbrukat syre) ligger ofta betydligt under det normala värdet, 1 (påvisat redan av SAUSSURE 1884; jfr vidare t. ex. DEHÉRAIN & VESQUE 1876, BONNIER & MANGIN 1884, CERIGHELLI 1920). Om man exempelvis tager CERIGHELLIS lägsta siffra 0,23, så betyder den att ifrågavarande rötter under försöket absorberat 4—5 gånger så mycket syre som man skulle vänta sig med utgångspunkt från kolsyreproduktionen och under antagande av en respiratorisk koefficient av normal storlek. Emellertid ha ju flere av de refererade forskarna bestämt även syrehalten.

Vad beträffar mikroorganismerna, så synas undersökningarna ha givit ett betydligt mer entydigt resultat, så att rentav jordens kolsyreproduktion eller syreabsorption ansetts kunna användas som mått på intensiteten av mikroorganismernas verksamhet (t. ex. RUSSELL 1905, STOKLASA 1911, HUTCHINSON 1913). RUSSELL & APPLEYARD (1915, 1917) ha vid fältundersökningar funnit en vacker parallellism mellan kurvorna

för kolsyrehalt och syredeficit i jordluften å ena sidan och antalet bakterier pr gram jord å den andra.

Det måste anmärkas att såväl dessa sist nämnda undersökningar som så gott som alla man har att hålla sig till gälla åkerjord och ej skogsmark. Av den ovan refererade litteraturen angående de naturliga oxidationsprocesserna i marken är det endast HESSELMANS undersökning och EBERMAYERS kolsyrebestämningar som avse skogsjordar. Det är tyvärr nästan genomgående fallet, så snart det blir fråga om resonnemang rörande skogens fysiologi, att man måste ta exempel från annat håll och tillämpa dem så gott man kan; vi skola nedan se andra prov på samma sak. Som saken nu står, torde det ej finnas någon möjlighet att bedöma, om skogsträdens och markvegetationens rötter, mikroorganismer eller mycelsvampar spela den största rollen som syreförbrukare och kolsyreproducenter i våra skogsmarker. Det brukar anföras som en allmän regel, att svampar spela en större roll än bakterier i skogsjord och i sura, tunga, packade och våta jordar, i motsats till vad fallet är i välarbetad åkerjord (jfr t. ex. RAMANN 1905 p. 120—121, WAKSMAN 1916 a och b, vidare experimentella rön av COLEMAN 1916). I naturlig torvmark är bakterieantalet ringa (STÅLSTRÖM 1898, FABRICIUS & FEILITZEN 1905), men även svamparnas frekvens är liten (TRAAEN 1914). Å andra sidan synas en del nyare undersökningar visa, att svamparnas roll i åkerjord kanske något underskattats (KELLERMAN & MC BETH 1912, TRAAEN l. c. p. 60, NELLER 1918), åtminstone vad gäller cellulosanedbrytningen.

Ej ens den satsen, vilken måste anses fastslagen för åkerjord, nämligen att det i varje fall är biologiska oxidationsprocesser, som äro orsaken till praktiskt taget hela syreförbrukningen och kolsyreproduktionen i i jorden, kan emellertid anses konstaterad att gälla även föra våra skogsmarker, t. ex. de svåra råhumusmarkerna, då ju HESSELMANS ovan anförda undersökning för dylika marker snarast synes tyda på motsatsen, om man går efter siffrorna.

Biologiska orsaker till markluftens variationer. För de marker, från vilka den alldeles övervägande delen av det föreliggande i tab. I sammanförda analysmaterialet härstammar, är det i varje fall lätt att förstå orsaken till de relationer, som man såväl genom experiment (J. MÖLLER 1878, WOLLNY 1880 a, 1881, 1882, 1886) som genom jämförande undersökningar i naturen funnit mellan jordens syreförbrukning eller kolsyreproduktion resp. jordluftens halt av syre och kolsyra under olika årstider, å ena sidan, samt å andra sidan temperatur, fuktighet och halt av organiska ämnen (jfr. t. ex. SALGER, WOLLNY 1897, LIPMAN, BLAIR, MC LEAN & WILKINS 1914) i jorden. Syreförbrukning och kolsyre-

produktion stiga genomgående både med ökad temperatur och fuktighet, inom vissa gränser. De temperaturkurvor man finner i laboratorieförsök äro typiska biologiska kurvor med ett optimum (jfr FODOR 1882, DEHÉRAIN & DEMOUSSY 1896) eller åtminstone med långsammare stigning uppåt vid något övernormala temperaturer (J. MÖLLER 1878). Beträffande fuktigheten observerade MÖLLER, att kolsyreproduktionen hos ett torrt jordprov efter ordentlig fuktning steg till en betydlig höjd, men endast för tre dagar, för att sedan åter sjunka, och det finns uppgifter om optimumvärden med avseende på fuktigheten för i jord kultiverade markorganismer (WAKSMAN & COOK 1916) såväl som för naturliga jordprov (DEHÉRAIN & DEMOUSSY). Orsaken härtill får sökas i vattnets indirekta inverkan på oxidationen och organismernas trivsel genom dess inverkan på genomluftningen, varom blir tal nedan. Med halten av organiska ämnen, lämpliga till föda åt markorganismerna, stiger syreförbrukning och kolsyreproduktion, så länge det är fråga om jämförbara jordar.

I naturen, där temperatur och fuktighet ofta variera samtidigt i motverkande riktningar, är än den ena, än den andra faktorn begränsande (WOLLNY 1882), och observerade årsmaxima av kolsyrehalt eller syredeficit äro att uppfatta som optimumpunkter för de syreförbrukande processerna, orsakade av samspelet mellan de båda faktorerna. Man förstår då lätt, att t. ex. maximum av kolsyra i jorden kan falla på olika årstider under olika klimatiska förhållanden. I München (PETTENKOFER, WOLFFHÜGEL) infaller detta maximum med stor regelbundenhet i juli; här synes värmen vara den begränsande faktorn. I Calcutta (LEWIS & CUNNINGHAM), där temperaturen i det tropiska klimatet är mycket jämn året runt, inträder kolsyremaximum på 3 fots djup samtidigt med de starka regnen och på 6 fots djup varierar kolsyrehalten parallellt med grundvattenståndet. Vid Pusa lantbruksstation i brittiska Indien har man funnit maximum under månaderna juli—oktober och satt det i samband med nederbörd och grundvattenstånd (SEN 1920). (Jämför även nedan om vattnets nedsättande inverkan på markluftningen; att effekten i detta fall åtminstone ej uteslutande beror härpå synes framgå därav att även nitrifikationen i marken har ett maximum strax efter det första starka monsunregnet, se LEATHER 1915 p. 117). I England slutligen ha RUSSELL & APPLEYARD funnit att syredeficitet och kolsyrehalten under halvåret november—maj följa marktemperaturen, under halvåret maj—november nederbördsmängden.

Att årsvariationen i markluftens sammansättning åtminstone i huvudsak är att uppfatta som orsakad av en motsvarande period i markorganismernas aktivitet torde vara säkert. Vad de hastiga variationerna däremot beträffar, anser både FODOR, som grundligast, och RUSSELL &

APPLEYARD, som senast studerat dem, att de, i motsats mot de årliga växlingarna, främst böra tolkas som orsakade av variationer i gasutbytet, ej i syrsättningen i marken. Vi spara därför lämpligen diskussionen härom tills det blir fråga om gasutbytet och dess mekanik.

KAP. 5. Kolsyreproduktionens belopp.

Kolsyreproduktion i kulturjordar. Av FODORS (1881), WOLLNYS (1885) och BORNEMANNS (1920) undersökningar framgår, att luften tätt invid jordytan om sommaren ofta är avsevärt kolsyrerikare än någon meter över jordytan, och att den är kolsyrerikare över en träda än över ett fält med gröda. Till belysning må anföras några av WOLLNYS siffror:

Tab. IV. **Kolsyrehalter i luften ovan åkerfält.**
CO_2-Gehalte der Luft über Ackerland, nach WOLLNY 1885.

Höjd över markytan, meter	0,02	0,2	2,0	Anmärkningar
över klöverfält, vol.-% CO_2	0,033	0,025	0,025	Medeltal av vardera 4 bestämningar, juli—aug.
» motsv. träda, » »	0,037	0,033	0,031	
över klöverfält, vol.-% CO_2	—	0,035	0,031	Medeltal av vardera 4 bestämningar, maj—juni.
» motsv. träda » »	—	0 037	0,032	
över åkrar med gröda (potatis, blandsäd, majs), vol.-% CO_2	—	0,039	0,036	Medeltal av vardera 8 bestämningar, juni—sept.
» motsv. träda » »	—	0,044	0,038	

Dessa siffror endast som ett exempel; liknande återfinnas i stort antal hos BORNEMANN. Enligt denne förf. leva kulturväxterna redan å en svagt gödslad åker rent av i regel i en atmosfär med c:a dubbla atmosfärens normala kolsyretryck. Men om kolsyrehalten även över fälten med gröda är större ett par dm från marken än på 2 m höjd, måste man anta att kolsyreutströmningen från åkerjorden under högsommaren kan täcka de gröna växternas kolsyreförbrukning.

Vi vilja se efter vad detta betyder. Som en utgångspunkt för en uppskattning kan man taga SJÖSTRÖMS (1911—1919) siffror över torrsubstansökningen hos olika grödor under högsommaren.[1] Som medeltal av hans värden finner man för rotfrukter (kålrötter och rovor; medeltal av 4 resp. 5 års undersökningar) en torrsubstansökning av 0,8 ton pr har och vecka under månaderna aug.—sept. För råg under tiden slutet av maj till början av juni blir motsvarande siffra 0,9 ton pr har och vecka (medeltal av 4 års undersökningar) och för blandsäd

[1] För benägen hänvisning till detta material har jag att tacka prof. E. HENNING.

(havre, vicker, ärter, korn) under juli—aug. (8-årigt medeltal) 0,6 ton pr har och vecka. Om vi räkna med det sista, lägsta värdet och anta en kolhalt i torrsubstansen av 42 % (jfr sammanställningen hos EBERMAYER 1882 p. 47) få vi en kvantitet assimilerat kol av 36 kg pr har och dag, vilket motsvarar en dagligen assimilerad kolsyremängd av 13,2 gram eller 7 liter pr m^2 åker. Räknar man med det högsta värdet, fås 19,8 g = 10,5 liter pr m^2 och dag (volymerna liksom i det följande beräknade vid 15° C).

STOKLASA & ERNEST (1905) ha på annat sätt försökt en kvantitativ uppskattning på experimentell bas av de i jorden producerade kolsyrekvantiteterna. De finna att 1 kg åkerjord producerar 17—50 mg kolsyra pr dygn vid 20°. För en överslagsberäkning över förhållandena ute i naturen anta de en produktion av 15 mg pr kg och dygn för ett 40 cm tjockt skikt, vilket ger 75 kg CO_2 pr har och dygn, d. v. s. 7,5 g pr m^2 åker och dygn. Andningen hos rötterna beräknas för ett vetefält under antagande av 2 millioner plantor pr har uppgå till 6 g CO_2 pr m^2 åker och dygn (vid 15°).

Det värde å kolsyreproduktionen, som ger sig ur STOKLASAS & ERNESTS siffror för åkerjord med gröda, 13,5 g CO_2 pr dygn och m^2, stämmer nästan alldeles med det värde, 13,2 g pr dygn och m^2, som vi beräknat ur SJÖSTRÖMS lägre siffra, 0,6 ton torrsubstans pr har och vecka. Om vi då räkna med detta lägre värde, 13,2 g = 7 liter, torde vi ha ett gott minimivärde för kolsyreproduktionen i produktiv åkerjord under högsommaren. STOKLASAS & ERNESTS beräkningar äro rätt försiktiga. BORNEMANN (1920, p. 65) räknar med högre siffror: 12—15 liter. En gammal direkt bestämning av CORENWINDER (BORNEMANN p. 73) gav 15,7 liter pr m^2 och dygn. Vid undersökning av CO_2-avgivningen från indisk åkerjord i slutna kärl fann LEATHER (1915) värden som nästan utan undantag ligga mellan ytterlighetsvärdena i STOKLASAS & ERNESTS försök, men märkvärdigt nog närmare den undre gränsen (värdena variera mellan 5 och 30 mg pr kg jord och dag), medan man i det tropiska klimatet (30° C) hade väntat sig betydligt högre värden. Orsaken härtill är utan tvivel att försöken gjordes för långvariga, 19—26 dagar, så att syret i kärlen vid slutet av försöken var nästan slut (slutvärdet varierade mellan 0,05 och 2,5 % O_2). Härpå tyder, att värdena äro mer än dubbelt så höga i den ena serien, där större kärl begagnades, än i den andra med mindre luftrum.

Kolsyreproduktion i skogsjord. I skogsjord funno STOKLASA & ERNEST en kolsyreproduktion hos jorden som t. o. m. var rätt betydligt större än åkerjordens pr kg jord räknat (36—60 mg CO_2 pr kg och dygn vid 20°). Dessa siffror härstamma från Mellaneuropa.

LUNDEGÅRDH (1921) har några direkta bestämningar av CO_2-avgivningen från marken i alkärr och bokskog (Skåne, Hallands Väderö). Värdena variera mellan 0,84 och 1,88 mg CO_2 pr timme och 50 cm^2 markyta, d. v. s. 4 och 9 gram (2—5 lit., 15° C) pr dygn och m^2. Bestämningarna skedde genom att sätta ut en skål med barytlösning, övertäckt med en glaskupa med i marken nedskuren kant, och bestämma hur mycket CO_2 som absorberats av baryten under försökstiden. Detta värde hänfördes så till en yta = glaskupans öppning. Förliden sommar gjorde jag under ett besök på Hallands Väderö själv några dylika bestämningar. Först försökte jag med LUNDEGÅRDHS metod, blott att jag använde $^1/_5$-normal baryt i stället för $^1/_{20}$-normal, men fick av dessa försök den uppfattningen att metoden är dålig. Jag fick t. ex. under 2 timmar 22,4 mg under klockan absorberad kolsyra (sedan naturligtvis kolsyran från början i klockan frånräknats), men under de följande $9^1/_2$ timmarna 26,9 mg, i förra fallet alltså 11,2, i senare 2,8 mg pr timme och samma markyta. Förklaringen till detta hastiga avtagande ligger antagligen däri, att absorptionen alltmera försvåras i mån som det bildar sig en karbonathinna i barytskålen. Det är möjligt, ja, troligt, att karbonathinnan i LUNDEGÅRDHS försök ej var så svår och hinderlig, eftersom han använde en utspäddare lösning. Principiellt vidlåder emellertid samma svaghet hans försök. Dock skulle metoden ändå kunna ge minimivärden, om man blott vore säker, att ej inströmningen av kolsyra i klockan under försöket av någon anledning är större än den normala avgivningen från jorden. Detta kan man emellertid ingalunda säkert förutsätta. Om det normala gasutbytet t. ex. förorsakas huvudsakligen genom diffusion, så bör avgivningen ökas över den normala därför att man skapar ett större diffusionsfall än normalt genom absorptionen av kolsyra under klockan. Om absorptionen med baryt fungerar väl, har man anledning anta, att kolsyretrycket i klockan understiger atmosfärens normala. Under sådana förhållanden har man icke blott att räkna med en ökad diffusion rätt underifrån, utan med diffusion från sidorna, t. o. m. från atmosfären. För att pröva denna sak gjorde jag det försöket, att jag satte ut klockan på ett tunt lager fin, torr havssand, utströdd på en glasskiva, och bäddade kring kanten av klockan med samma sand. Jag fick en absorption i klockan under 7 timmar av 12 mg kolsyra utöver vad som luften i klockan beräknades innehålla från början. Alltså en inströmning av 1,7 mg pr timme. Då den använda sanden var ren, torr, snövit havsstrandsand måste väl åtminstone lejonparten av denna kolsyra ha kommit till genom diffusion av kolsyra utifrån, från luften. Försöket är dock ej strängt bevisande, då man kan tänka på i sanden absorberad kolsyra och även någon produktion från i sanden levande

organismer. Även utan det anförda lilla försöket kan man emellertid påstå, att diffusion från sidorna vid en försöksanordning som den av LUNDEGÅRDH använda är en allvarlig felmöjlighet (jfr kap. 7, Diffusion), och jag övergick därför så gott först som sist till en annan metod, som är fri från denna felkälla. Den använda anordningen visas i fig. 1. Den består helt enkelt av en burk av zinkplåt med $^1/_{20}$ m² tvärsnitt och 10 lit. rymd, sedan volymen motsvarande en 6 cm kant för nedskärning i jorden frånräknats. Locket är tubulerat som figuren visar

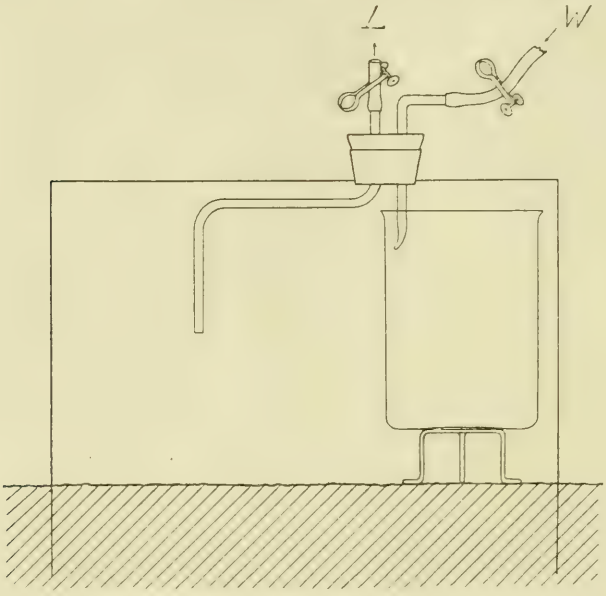


Fig. 1. Apparat använd för bestämning av kolsyreavgivningen ur marken.
Apparat für Bestimmung der CO_2-Abgabe des Bodens. Analysapparat nicht gezeigt.

och två glasrör införda genom en gummipropp. Burken paraffinerades invändigt och för försökets utförande nedsattes den på jorden med kanten nedskuren i marken som figuren visar. I denna burk fick så under viss tid kolsyran från marken strömma in, utan närvaro av baryt, varefter ett prov om 0,9 liter togs av luften i burken och analyserades i en av LUNDEGÅRDH konstruerad apparat, av vilken han välvilligt ställde ett exemplar till mitt förfogande för dessa försök. Samtidigt med utsugningen av provet tappades lika mycket vatten in i den å figuren visade bägaren, så noga som möjligt i samma takt, för att undvika uppsugning av luft ur marken. Kolsyrehalten i luften vid marken bestämdes å ett vid försökets början taget prov om 3 liter medelst en annan av LUNDEGÅRDH utarbetad metod (väsentligen identisk med PETTENKOFERS senare av LETTS & BLAKE

vidare fullkomnade flaskabsorptionsmetod). Om CO_2-halten i luften vid jordytan är c_o och den efter tiden t i burken c_t mg/lit., så har uppenbarligen under försökstiden från marken avgivits $20 \cdot 10 (c_t - c_o) : t$ mg CO_2 pr tim. och m^2 markyta, motsvarande $^{24}/_{1000}$ därav i g pr dygn. Noggrannheten av värdena beror på noggrannheten dels av analyserna, dels av volymbestämningen för den mellan burkens väggar och marken innestängda luftmängden, dels av termometer- och barometeravläsningarna och tidsbestämningen. Den för bestämning av c_o använda metoden ger enligt mina serier (parvisa bestämningar av CO_2-halten i atmosfärisk luft med två likadana apparater; medelfelet uträknat ur differenserna mellan de samtidiga bestämningarna med en av doc. S. D. WICKSELL välvilligt angiven formel) en noggrannhet av $\pm$ 0,017 mg/lit.; den metod enligt vilken c_t bestämdes ger enligt benäget meddelande av doc. LUNDEGÅRDH en noggrannhet av $\pm$ 1,2 % av CO_2-halten i vanlig luft, om ett prov om 3 liter analyseras, alltså för ett prov om 0,9 liter väl ungefär 4 % av luftens $CO_2 = \pm$ 0,024 mg/lit. Det största felet måste emellertid ligga i volymbestämningen av luften i burken. Nivån av markytan i burken kan knappast anses vara bestämd noggrannare än på $\pm$ 1 cm när; detta gör ett fel i volymen av $\pm$ 5 % eller $\pm$ 0,5 liter. Felen av barometer- och temperaturavläsningarna äro vid sidan härav så små, att de kunna försummas.

De erhållna värdena återges i följande tabell, där även den med antagande av de avgivna medelfelen beräknade noggrannheten är angiven. T_t och B_t betyda temperatur resp. barometertryck vid tiden t; c_o är reducerat till T_t, B_t, men c_t oreducerat.

Tabell V. **Kolsyreavgivning ur marken.**
CO_2-Abgabe aus dem Boden.

Bokskog på en fastmarksudde i Kapellhamnskärret, Hallands Väderö, se lokalbeskrivning nr 29. Där burken placerades endast löv på marken.

Buchenwald mit *Oxalis* etc., vgl. Lokalitätsbeschreibung 29; Hallands Väderö (Schonen). Auf dem Fleck, wo das Diffusionsgefäss plaziert wurde, war der Boden nur mit totem Laub bedeckt. — T_t und B_t Temperatur bezw. Barometerstand zur Ende der Versuchszeit t; c_o ist auf T_t, B_t reduziert, c_t unreduziert.

Datum och tid Datum und Zeit	T_t °C.	B_t mm Hg	c_o mg/lit	c_t mg/lit	t tim. Stunden	CO_2 avgiven pr m^2 markyta CO_2 durch 1 m^2 Bodenfläche mg pr tim. mg pro Stunde	 g pr dygn g pro Tag
29. VI. 6^{50}—8^{00}	13,7	762	0,60	2,03	$1^1/_6$	245 $\pm$ 13	5,9 $\pm$ 0,8
30. VI. 2^{45}—5^{55}	15,5	767	0,59	2,92	$3^1/_6$	147 $\pm$ 8	3,5 $\pm$ 0,2
1. VII. 3^{52}—5^{12}	15,0	767	0,60	1,85	$1^1/_3$	188 $\pm$ 10	4,5 $\pm$ 0,25
2. VII. 2^{00}—4^{00}	17,0	766	0,58	2,01	2	143 $\pm$ 8	3,4 $\pm$ 0,2

Fördelen med den använda metoden är att den ger säkra minimivärden för kolsyreavgivningen. Om man undantar den teoretiskt förefintliga felkälla, som ligger i uppsugning av luft ur jorden om temperaturen går ned under försöket (jag har övertygat mig om, att inverkan härav måste legat långt innanför felgränserna), kan inströmningen av kolsyra i burken under försöket aldrig bli större än avgivningen från marken skulle vara, om burken vore borta. Den måste tvärtom alltid bli mindre, ty efterhand som CO_2-halten i burken blir större, måste det ske en uppdämning av kolsyreströmmen nedifrån.

Å andra sidan kan man genom att minska försökstiden närma sig det sanna värdet intill en viss gräns, som sättes av den använda analysmetodens noggrannhet. Detta påstående innebär strängt taget ett anticiperande av resultatet av min utredning angående gasutbytets mekanik, kap. 7. Man ser emellertid, att värdena pr tidsenhet i tabellen äro högst för de korta försökstiderna. Värdena för 2 och $3^1/_6$ tim. äro däremot lika, vilket är rätt märkvärdigt, då c_t i det senare försöket redan hade ett värde, som måste ligga helt nära maximum, att döma efter ett par markluftanalyser, som jag gjorde på samma fläck, visserligen ett par dagar senare (4.VII). Dessa gåvo 0,19 vol.-% på 15 cm djup, 0,36 vol.-% å 30 cm och 0,42 å 60 cm.[1] Här intresserar det första värdet samt det andra i den mån det visar, att kolsyrehalten steg något så när lineärt närmast ytan. Det i $3^1/_6$-tim. försöket funna c_t-värdet, 2,92 mg/lit, motsvarar 0,155 vol.-%, ett värde alltså, som efter markluftanalyserna före burkens placerande borde ha funnits i jorden först på 11 cm djup = 5 cm under burkkanten. Nu gjordes markluftanalyserna som nämnt ett par dagar efteråt (apparaten var ej ordning förr), och en granskning av c_t-värderna visar att åtminstone CO_2-avgivningen måste ha varierat under försöksperioden. Den 29.VI inställde sig ett c_t-värde av 2,03 mg/lit på $1^1/_6$ tim., men två dagar senare endast 1,85 mg/lit på $1^1/_3$ tim., alltså ett lägre på en något längre tid. Jämför ovan kap. 2 redogörelsen för de hastiga variationerna i markluftens kolsyrehalt enligt FODORS serier.

De anförda analyserna äro ju ytterst fåtaliga och endast avsedda till en orientering. Metoden synes emellertid användbar, och jag ämnar utföra bestämningar av markens CO_2-avgivning i större skala med en förbättrad apparat efter samma princip i sammanhang med den undersökning av kolsyrebalansen i skogen, varom är nämnt i förordet.

Mina beräkningar gåvo alltså värden, som varierade mellan 3,4 och 5,9

[1] Dessa analyser utfördes med en annan apparat än KROGHS, som jag f. ö. begagnat (se nedan), nämligen med en liten apparat av HALDANE-typ, som jag fick låna av doc. LUNDEGÅRDH. Även den sista decimalen torde vara något så när säker.

g avgiven kolsyra pr m^2 jord och dygn. De stämma, underbart nog, bra med LUNDEGÅRDHS siffror, 4—9 g. Av ovan anförda skäl måste de högre av mina värden anses ligga närmare det rätta värdet; om man med hänsyn härtill tar medeltalet av de två kortvarigaste försökens resultat, får man 5,2 g eller ungefär 2,8 lit. CO_2 pr m^2 och dygn, eller 0,12 lit. i timmen.

KAP. 6. Gasutbytets livlighet, bedömd med ledning av kolsyreproduktionen och förrådet av kolsyra.

Åker. Om vi sätta markluftens kolsyrehalt i det översta ett par dm tjocka lagret i åkerjord till i genomsnitt $^3/_4$ %, så är detta även för åkerjord under sommaren rätt högt räknat (jfr t. ex. RUSSELL & APPLEYARDS och LAUS siffror tab. I). För att med denna kolsyrehalt komma upp till en kolsyrekvantitet av 7 : 24 = 0,29 liter (som avgavs pr tim., kap. 5) måste vi då i alla fall räkna 39 liter markluft, motsvarande en jordvolym av c:a 2 hl, om jordens luftfyllda porvolym är 20 % (genomsnitt för naturfuktig åkerjord enligt RUSSELL 1917 p. 140—141 är endast 10 %, men denna siffra förefaller väl låg). Denna volym motsvarar med en grundyta av 1 m^2 ett djup av 2 dm. Det vill säga, den kolsyrekvantitet som in minimo i WOLLNYS kap. 5 relaterade fall och andra liknande måste antas pr timme ha avgivits från jorden till atmosfären skulle motsvara totala kolsyrehalten i jorden från ytan och ned till ett djup av omkring 20 cm. Om BORNEMANNS och CORENWINDERS siffror läggas till grund för beräkningen kommer man till ännu högre värden.

Bokskogsmark. Låt oss försöka en liknande överslagsberäkning för bokskogsmarken på Hallands Väderö. Vi funno ovan 0,12 liter i timmen som ett antagligt minimivärde för den kolsyremängd som 1 m^2 markyta avgav till luften under de högsommardagar bestämningarna gjordes, och vi känna kolsyrehalten i markluften på 3 olika djup och på samma fläck ett par dagar senare. Både för enkelhetens och riktighetens skull och även för närmare anslutning till en del resonnemang i det följande vilja vi räkna med CO_2-överskottet i marken i stället för med CO_2-halten. Dessa värden bli 0,16; 0,33; 0,39 % å resp. 15, 30 och 60 cm djup (siffrorna ovan med subtraktion av 0,03 vol.-%). De två första siffrorna ligga nästan exakt på en rät linje med siffran 0 på 0 cm djup, och vi antaga därför att CO_2-överskottet stiger lineärt från 0 till 30 cm djup. Det vore då enkelt att ganska exakt beräkna totala CO_2-överskottet under 1 m^2 markyta ned till ett visst djup, om vi blott kände den luftfyllda porvolymen. Det göra vi emellertid ej, utan måste godtyckligt sätta den till något värde. För att då räkna försiktigt anta vi por-

volymen så högt som möjligt inom rimlighetens gräns och sätta den till 60 %. Totala CO_2-överskottet i markluften i en jordpelare av 1 m^2 tvärsnitt och x dm höjd, där x räknas från jordytan och nedåt, blir då $0{,}033 \cdot x^2$ liter, om x ligger mellan 0 och 3. Om man då sätter $0{,}033 \cdot x^2 = 0{,}12$ och löser, får man $x = 1{,}9$. För att få den mängd kolsyra, som avgavs från marken till luften under en timme, måste man alltså ta till hela kolsyreöverskottet i marken från ytan ned till 19 cm djup. Vi se att siffran stämmer alldeles med den vi funno ovan för åkerjord. Den noggranna överensstämmelsen är naturligtvis en tillfällighet. Vad som är viktigt är att storleksordningen stämmer.

Markkolsyran och atmosfären. Om dessa överslagsberäkningar få generaliseras, måste man tydligen uppfatta den kolsyrehalt, som man finner i markluften, som en jämvikt mellan en intensiv produktion och ett mycket livligt gasutbyte med atmosfaren. Otvivelaktigt ligger saken så i många fall, och mycket tyder på att det är regeln. Åtskilliga forskare ha funnit, att markkolsyran utövar ett fullt märkbart inflytande på kolsyrehalten i lufthavets bottenskikt. Även i skogsluft har man funnit något till betydligt högre kolsyrehalt än atmosfärens normalvärde. EBERMAYER (1885) fann t. ex. i medeltal 0,0329 % CO_2 på 1,5—2 m höjd i skogen mot 0,0318 i fria luften; hans högsta värde var 0,0549 % i ett 12-årigt bokbestånd (jfr vidare PUCHNER 1892). MAC LEAN (1919) fann det enorma värdet av 0,34 % på morgonen i en tropisk regnskog; en kvällsbestämning gav ett lägre, men även det ett exceptionellt högt värde 0,14 %. LUNDEGÅRDH (1921) fann vid marken i en alskog på Hallands Väderö i regel avsevärt övernormala CO_2-värden, maximalt över dubbla den normala halten.

Vid vilket värde kolsyrehalten håller sig i trädkronorna i skogen vet man ej, och det går därför ej att för skogsmarkens del tillämpa det resonnemang, som vi förde kap. 5 för produktiv åkerjord, med användning av skogliga produktionsiffror. För en undersökning av kolsyrebalansen i skogen blir en av de första uppgifterna att utreda den saken.

FODOR (1881) meddelar långa serier jämförande analyser av luft tagen invid jordytan och 2,5 m högre upp, vilka givit som resultat:

1) att CO_2-halten under större delen av året är större vid marken än å 2,5 m höjd,

2) att under senvintern och förvåren, liksom även eljes tillfälligtvis under regndagar, motsatsen är fallet,

3) att variationerna äro störst vid marken,

4) att variationerna invid marken med någon försening följas av motsvarande fast mindre variationer å den högre nivån.

FODOR uttalar med stöd av sina försök den uppfattningen, att atmo-

sfärens viktigaste kolsyrekälla är de lösa jordlagren, närmare bestämt de biologiska oxidationsprocesser, som där försiggå. RUSSELL & APPLEYARD (1915) påpeka den parallella gången av kolsyrevärdena i deras markluftanalyser och i LETTS & BLAKES (1900) luftanalyser: ökning mars—maj, minskning maj—augusti, ökning oktober—januari.

På sista tiden ha flere jordbruksforskare kommit till den åsikten, att marken spelar en stor roll som kolsyreleverantör åt de gröna växterna, och man har gjort ordet kolsyregödsling. En av kolsyregödslingens förespråkare, REINAU (1920), kommer efter en vidlyftig diskussion av föreliggande fakta — bl. a. den anmärkningsvärda, av flere forskare (t. ex. FODOR 1881—1882, ARMSTRONG 1880, i Sverige SELANDER 1888) konstaterade dygnsperiodiciteten i atmosfärens kolsyrehalt med minimum om dagen, maximum om natten — till den slutsatsen, att den aktuella kolsyrehalten i luften i varje ögonblick är uttryck för en rörlig jämvikt mellan två antagonistiska processer, de icke gröna organismernas, alltså speciellt jordens, produktion och de gröna växternas förbrukning av kolsyra. Enligt denna uppfattning skulle alltså den överslagsberäkning, som vi ovan gjorde med utgångspnnkt från WOLLNYS försök, äga en högst generell giltighet.

Syretransporten. Vi ha i ovanstående resonnemang hela tiden hållit oss till utbytet av kolsyra mellan mark och luft. Det har skett endast därför, att kolsyran är så mycket lättare att få några hållpunkter på än syret. Det senare utgör ju drygt en femtedel av atmosfären, och ett tillskott eller en minskning därav måste därför vara mycket betydande för att kunna märkas. Helt annorlunda ligger saken med avseende på kolsyran, som förekommer i luften i genomsnitt endast i en koncentration av 0,03 volymprocent. Den genomgående underförstådda tanken i hela mitt resonemang har emellertid varit att man kan använda kolsyran som en indikator på gasutbytet överhuvud, och att man utan vidare har rätt att sluta att gasutbytet för syrets del sker på samma sätt och i stort med minst samma intensitet som för kolsyrans. Kolsyran i jorden alstras av allt att döma i huvudsak genom organismers andning, vilken med undantag för anaeroberna för det mesta visar en »respirationskvot» eller »respirationskoefficient» $CO_2 : O_2$ ungefär = 1 eller därunder, d. v. s. det förbrukas i allmänhet minst lika mycket syre som det produceras kolsyra. Det måste alltså kunna komma ned syre i jorden med minst ungefär samma fart som det avgår kolsyra därur. Fysikaliskt äro ju även de båda gaserna så pass lika, att man ej har anledning anta annat än att där kolsyran kan passera med den hastighet som den visats göra, där bör syret ej behöva komma på efterkälken.

Slutsatser. Man torde efter allt det anförda ha rättighet att anta, att det normala förhållandet är ett synnerligen livligt gasut-

byte mellan markens biologiskt verksamma skikt och atmosfären. Det kan kanske vara skäl att till sist göra riktigt klart vad de ovan beräknade siffrorna betyda genom att vända saken på ett annat sätt. Vi funno att den från jorden per timme avgivna kolsyran motsvarade kolsyreöverskottet i marken från ytan och ned till ungefär 20 cm djup. Nu vet man genom åtskilliga undersökningar (jfr t. ex. WAKSMAN 1916 a och b) att den biologiska aktiviteten i jorden har sitt maximum alldeles under ytan. Om man tar t. ex. WAKSMANS siffror för bakteriehalten på olika djup och utjämnar dem med en medelkurva, som skett i fig. 3 nedan (Avd. II, tyska texten) där dessa siffror finnas framställda, och man sedan tar reda på hur stor del av totala bakteriemängden i jorden som enligt vad denna kurva visar ligger ytligare än 8″ = 20 cm, så finner man att denna del utgör 68 %. Om man antar att en bakterie andas lika kraftigt på vilket djup den befinner sig, kan man direkt översätta bakteriemängd i CO_2-produktion och säga att 68 % av produktionen är lokaliserad ytligare än 20 cm. Den CO_2 som produceras i detta skikt under 100 : 68 = $1^1/_2$ timme motsvarar alltså totala, aktuella CO_2-överskottet i samma skikt. Det vill säga, att om gasutbytet upphörde endast för en tid av $1^1/_2$ timme, så skulle kolsyreöverskottet i detta skikt vid slutet av denna tid ha sprungit upp till det dubbla mot förut, såvida kolsyran ej heller kan ge sig iväg nedåt. Efter 14 timmars sisterat gasutbyte skulle under samma förutsättning det vara det tiodubbla mot från början, o. s. v., förutsatt att produktionen fortsatte med oförminskad livlighet. Jag sluter av dessa siffror, dels att det normala gasutbytet till större delen måste åstadkommas av en i stort sett alltid med ungefär oförminskad intensitet verksam faktor, dels att varje ändring i aktiviteten i marken och i gasutbytets livlighet genast bör märkas som en ändring i markluftens sammansättning. Om utpräglat intermittent verkande faktorer sådana som blåst och barometervariationer vore de huvudsakligen verksamma vid gasutbytet, skulle man ha att vänta sig hastiga variationer i markluftens sammansättning av betydligt större amplitud än den man funnit.

AVD. II.

GASUTBYTETS MEKANIK.

Denna avdelning är i sin helhet tryckt på tyska och återfinnes på sin plats i den tyska borgistexten. Här meddelas endast helt kort de viktigaste resultaten.

De olika verksamma faktorerna kunna sammanföras under rubrikerna temperatur, lufttryck, vatten, vind och diffusion. För varje faktor har den beräknade effekten jämförts med den avd. I härledda siffran, genomluftning ned till 2 dm djup på 1 timme, vilket värde för korthetens skull kallas normalluftning.

Resultatet av utredningen har för de olika faktorerna blivit följande:

Temperatur. Man har att betrakta dels markluftens sammandragning och utvidgning under inflytande av markens temperaturvariationer, dels strömningar på grund av olikformig uppvärmning. Den förstnämnda effekten är mycket ringa, den skattas för de dagliga variationerna under högsommaren, då de äro stora, till 1/800 (fritt fält) till 1/600 (skog) av normalluftning, och för de årliga variationerna till ännu mindre, 1/9000 av normalluftning. Ventilationen genom strömningar i följd av olika uppvärmning torde däremot för mycket grovkorniga jordar, t. ex. välbearbetad lermylla, maximalt möjligen under vissa förhållanden kunna åstadkomma en genomluftning av en hastighet, som till och med överstiger normalluftning. För naturliga skogsmarker i våra bredder måste däremot effekten bli försvinnande. Den kan även under den gynnsammaste årstiden (hösten) och under antagande av en så genomsläpplig mark som torr flygsand knappast uppnå 1/200, troligen ej ens 1/500 av normalluftning.

Lufttryck. Lufttrycksvariationernas tänkbara inverkan står i proportion till djupet av de luftfyllda markskikten. För ett 10 m mäktigt homogent lufthaltigt jordlager kan som största tänkbara genomsnittseffekt i våra bredder beräknas 1/200—1/130 av normalluftning; maximieffekten, som kan väntas under extrema stormperioder (1 à 2 gånger om året), beräknas till 1/15 av normalluftning. För ett djup av de luftfyllda jordlagren (ned till grundvatten eller berg) av 1 m i stället för 10 bli siffrorna 1/10 av de nämnda. Om ett mindre lufthaltigt relativt tunt jordlager överlagrar ett mäktigt lager med hög lufthalt, bör dock ventilationseffekten i det förra kunna bli multiplicerad i ungefär samma proportion som omvända förhållandet mellan lufthalterna i de bägge olika skikten.

Vatten i jorden. Grundvattenståndets ändringar kunna under en kort tid på våren efter snösmältningen tänkas åstadkomma en genomluftning genom insugning av frisk luft i jorden, som högt räknat uppgår till knappt 1/20 av normalluftning. (Beräkningen stöder sig på Statens Skogsförsöksanstalts grundvattensmätningar i Norrland). Under alla övriga årstider kan man endast räkna med en effekt som maximalt, någon gång och i enstaka fall, kan uppgå till omkring 1/50 av normalluftning. Medeleffekten måste bli försvinnande.

I jorden nedträngande regn måste undantränga motsvarande mängd markluft, och om sedan regnvattnet åter försvinner på ett eller annat sätt (nedrinner på djupet och bortrinner med grundvattnet, upptages av växternas rötter eller avdunstar) måste rummet fyllas med frisk luft uppifrån. Om man, för att få ett väl tilltaget maximalvärde för denna effekt i gynnsamma fall, räknar med medeltalen för högsta regnmängder under en dag för svenska orter och antar att denna mängd på ett och samma dygn hinner falla, fullständigt nedrinna i jorden och även åter försvinna på djupet utan att grundvattenståndet höjes, kommer man för en jord med 10 % lufthalt ändå ej längre än till 1/16—1/12 av normalluftning (för större porositeter mindre). Genomsnittseffekten måste bli mycket obetydlig.

Vind. Vindens roll vid markens genomluftning är svår att ens skattningsvis beräkna. Resultatet av mina skattningsförsök har blivit, att för välarbetad åkerjord med fåror och tiltor på en blåsig slätt som Uppsalaslätten även medeleffekten möjligen kan bliva mycket stor, i det det beräknade maximalvärdet för tiltornas genomsnittliga genomblåsning ligger så högt som 0,4 till 1,7 meter per timme, alltså betydligt mer än normalluftning; för en dyn av naken, lös flygsand, utsatt för havsvindarna, kan möjligen effekten även bli betydande: i genomsnitt 1/8 till 1/2 av normalluftning. För alla våra skogsmarker däremot kan man ganska säkert påstå, att effekten måste bli försvinnande. För en liten ås av flygsand under inverkan av Uppsalaslättens vindförhållanden och bevuxen med så gles tallskog, att den kan tänkas ej alls hindra vindens spel kommer jag till i genomsnitt 1/1000—1/3000 av normalluftning. I slutna bestånd på moränmark måste även om terrängen är kuperad verkan bli ännu ofantligt mycket mindre.

Diffusionen slutligen beräknas ej endast i gynnsamma fall, utan normalt och även i packad och finkornig jord kunna åstadkomma en luftväxling som täcker normalluftningens värde. I skogsmarker, där förhållandena ej äro gynnsamma för en markluftning genom medverkan av vind och temperatur, måste därför den normala markluftningen praktiskt taget uteslutande vara orsakad av diffusion.

Med anledning av detta resultat har ett kapitel ägnats åt en mer detaljerad uppskissering av markluftningen som en diffusionsprocess.

De viktigaste resultaten kunna sammanfattas i följande punkter:

1) Genomluftningen och de värden p_+ och p_- (relativt kolsyreöverskott och d:o syrebrist), som inställa sig på ett visst djup i marken, äro beroende framförallt av aktiviteten och aktivitetsfördelningen i marken i fråga samt markens luftfyllda porvolym (lufthalt). Vad den sista punkten beträffar, är ej den genomsnittliga lufthalten i jorden avgörande, utan framför allt ytlagrets.

2) Om eljes allting är lika, även aktivitetsfördelningen, så stå de värden p_+ och p_-, som inställa sig på visst djup, i direkt proportion till aktiviteten i marken.

3) Om olika jordar ha samma aktivitet och lufthalt, men olika aktivitetsfördelning, så bli p_+ och p_- på samtliga djup lägst i den jord, där aktiviteten är mest hopad mot markytan.

4) I hela vägen likformigt lufthaltiga jordar med samma aktivitet och aktivitetsfördelning stå de värden p_+ och p_-, som inställa sig på samma djup i de olika jordarna, i omvänd proportion till den ifrågavarande jordens lufthalt. Detta gäller för alla djup.

5) Markens kornstorlek spelar en mycket underordnad roll, om den blott ej underskrider en viss minimistorlek. Ett kompakt lerskikt nedsätter dock genomluftningen i mycket hög grad (t. ex. till 1/100 av den normala).

6) Tillstoppning av porerna i marken genom vatten nedsätter gasutbytet i de tillstoppade porerna till ungefär 1/10000 av det normala. Å andra sidan är den genomluftande effekt, som i jorden nedsipprande regnvatten kan åstadkomma, — även om man tar hänsyn till dess förmåga att lösa kolsyra och därtill, att det medför löst luftsyre — ringa, och vattnet i jorden måste därför alldeles övervägande anses som en faktor, som kraftigt nedsätter genomluftningen och bidrar till höga p_+ och p_-.

7) De ytliga skiktens aktivitet och lufthalt inverka på samtliga underliggande skikts p_+ och p_-. En partiell tillstoppning av ytlagrets porer eller en ökad aktivitet i ett lager strax under ytan — t. ex. till följd av ytlagrets uppvärmning — räcker alltså att åstadkomma ökade p_+ och p_- hela vägen i underliggande skikt. Omvänt inverkar aktiviteten i de undre skikten på de övres p_+ och p_-.

Avd. III.

DEN EKOLOGISKA BETYDELSEN AV ETT SYREDEFICIT OCH KOLSYREÖVERSKOTT I MARKEN.

Kap. 9. Några experimentella data.

Rötternas syrebehov. Redan Ingenhouss (1779) fann, att växternas rötter likasom i allmänhet alla icke gröna växtdelar »förstöra luften» både dag och natt, i motsats till de gröna organen, som blott förstöra luften om natten, men om dagen däremot »förbättra» eller »deflogistonisera» den. Rötterna förbruka syre, säga vi nu. Biologiskt sett betyder detta att rötterna behöva syre. Över den ekologiska sidan av saken har redan Saussure (1804) reflekterat: »en växt, vars rötter plötsligt bli övertäckta av stagnerande vatten lider därav mycket förr än om den råkat ut för samma olyckshändelse genom rinnande vatten. Syrgasen i det ruttnande vattnet blir snart förbrukad, men i det rinnande vattnet blir det ingen brist därpå. Man må lägga märke till att ruttnande vatten är nyttigare för växterna än rent vatten, när det gives dem genom måttliga bevattningar under beröring med syrgas. Man kan av dessa iakttagelser sluta, att när marken är alltför fuktig de flesta växter lida därav ej blott emedan vatten bjudes dem som näringsämne i alltför stora kvantiteter, utan även därför att deras rötter nästan ej alls komma i beröring med den yttre luften.» Redan Saussure belyste för övrigt saken genom experiment: han höll unga hästkastanjer i vattenkultur och fann, att dessa dogo inom 7 till 14 dagar, om luftrummet i den rötterna omgivande recipienten var kväve, väte eller kolsyra, medan de förblevo friska till försökets slut (tre veckor) i de kärl, där gasen var luft. Han fann även, att plantorna dogo förr i kolsyreatmosfär än i kväve eller väte, så att kolsyran utövar en skadlig inverkan även på annat sätt än genom att förtränga den syrehaltiga luften. Saussure fann i överensstämmelse därmed, att kolsyra redan i en koncentration av 8 % hämmade groningen av frön. »Det tycktes mig alltid», säger han vidare, »som om groningen ginge fortare i fuktig sand eller mellan två fuktiga svampar än i humus, och som om den senare producerade kolsyregas». Den slutsats, som ligger i dessa ord, har fullständigt bekräftats av senare undersökningar.

Kritiska koncentrationer. Att växtrötterna behöva syre och avsöndra kolsyra och att den senare i vissa koncentrationer verkar skadligt är emellertid ej nog för att göra markluftningen till en ekologisk faktor av

betydelse. Problemet är detta: spela de i marken, i de biologiskt betydelsefulla skikten, verkligen förekommande värdena av syrebrist eller kolsyreöverskott en roll för de ifrågakommande organismernas trevnad? Förekommer det, att de kritiska värdena överskridas? Förekomma avsevärda specifika differenser mellan olika förekommande organismers krav i detta fall, tillräckliga och med sådana absoluta värden, att man har anledning anta, att markluftningen spelar en roll som ståndortsfaktor?

I den ofantliga litteratur, som sett dagen sedan SAUSSURES tid, föreligga en stor mängd erfarenheter, som mer eller mindre ha intresse för den föreliggande frågan, men trots detta torde man kunna säga, att möjligheterna att i konkreta fall värdera den ekologiska betydelsen av ett givet syredeficit eller kolsyreöverskott i marken ännu i de flesta fall ej är stor. Här nedan en provkarta på de erfarenheter, som man har att hålla sig till. Något fullständigt litteraturreferat har jag så mycket mindre haft anledning eftersträva som ett enbart litteraturrefererande arbete om bortåt 200 sidor av CLEMENTS (1921) över dessa saker nyligen utkommit.

I tabellerna IX och X har jag sammanställt experimentellt funna data angående kritiska kolsyre- och syrekoncentrationer för diverse livsprocesser hos organismer eller organ, som äro hänvisade till livet i jorden eller kunna förekomma däri. Man finner först och främst, att betydliga specifika olikheter förekomma med avseende på de koncentrationer, som kunna uthärdas. Om man överblickar uppgifterna för de lägre kolsyreöverskott och syredeficit, som ha någon inverkan, — tabellerna efter-

Tabell IX. **Kritiska syrgaskoncentrationer, -deficit och -tryck.**
Kritische Sauerstoffkonzentrationen, -Defizite und -Drucke.

O_2, vol.-%	O_2-def., vol.-%	O_2-tryck, bråkdelar av normala O_2-Druck, Bruchteile des normalen	Effekt	Källa Quelle
21	0	1	Blöta *Xanthium-canadense*-frukter med skal gro ej i luft, däremot i ren syrgas. — Nasse *Xanthium*-Früchte in der Fruchtschale keimen nicht in Luft, dagegen in reinem O_2.	CROCKER, CLEMENTS p. 76.
16	5	$^3/_4$	*Coleus* led efter 3 dagar, dog efter 45 dagar, med en markluft av $^3/_4$ luft, $^1/_4$ kväve. — *Coleus* litt in 3 Tagen, starb in 45 Tagen bei $^1/_4$ N_2-Zusatz in der Bodenluft.	CANNON & FREE 1917.
10,5	10,5	$^1/_2$	Ännu ingen skadlig inverkan hos *Nerium*. — Nocht keine schädliche Einwirkung bei *Nerium*.	D:o.

O_2, vol.-%	O_2-def., vol.-%	O_2-tryck, bråkdelar av normala O_2-Druck, Bruchteile des normalen	Effekt	Källa Quelle
		1/2	Något nedsatt rottillväxt hos *Faba*. — Ein wenig verminderter Wurzelzuwachs bei *Faba*.	Wacker 1898.
10	11	0,48	I längden sisterad rottillväxt hos *Opuntia versicolor* (efter 4—5 dagar) och *Prosopis velutina* (efter 9—11 dagar). — Auf die Dauer sistierter Wurzelzuwachs bei *Opuntia* und *Prosopis*.	Cannon 1918 a.
7	14	1/3	Rottillväxten hos *Opuntia* sisterad efter 1 dag, hos *Prosopis* efter 2—5 dagar. — Wurzelzuwachs bei *Opuntia* nach 1 Tag, bei *Prosopis* nach 2—5 Tagen sistiert.	D:o.
6	15	0,29	Nitratbildningen i jord nedsatt med 11—41 % i 4—7 månaders försök. — Nitratbildung 11—41 % herabgesetzt in Erde bei 4- bis 7-monatslangen Versuchen.	Schlösing 1873.
6	15	0,29	Abnorm ämnesomsättning hos rötter av korn, majs, bovete, beta, hyacint. — Abnormer Stoffwechsel bei Wurzeln von Gerste, Mais, Buchweizen, *Beta*, Hyazinthe.	Stoklasa & Ernest 1908.
4.6	16.4	0,22	Rötter av *Opuntia* stoppade tillväxten genast eller inom 2 dagar, rötter av *Prosopis* inom 2—5 dagar. — Sofort oder binnen 2 Tagen sistierter Wurzelzuwachs bei *Opuntia*, bei *Prosopis* binnen 2—5 Tagen.	Cannon 1917—1918 a.
3	18	0.14	Ingen rothårsbildning hos potatis. — Keine Wurzelhaarenbildung bei Kartoffel.	Vöchting, Clements p. 17.
		0,22—0,10	Nog för groning och groddtillväxt hos vete, havre, hirs, pumpa, åkerkål, sallat; tillväxten dock delvis långsammare än normalt. — Keimung und Keimlingzuwachs, jedoch teilweise verlangsamter Zuwachs, bei Weizen, Hafer, Hirse, *Cucurbita*, Rübsen, Salat.	Lukas, Clements p. 74.
2,7	18,3	0,13	*Opuntia*-rötter stoppade tillväxten genast eller inom 1 dag, *Prosopis*-rötter inom 1—5 dagar. — *Opuntia*-Wurzeln hörten sofort oder binnen 1 Tag, *Prosopis*-Wurseln binnen 1—5 Tagen auf zu wachsen.	Cannon 1917—1918 a.
2	19	0,10	Potatisknölar skjuta ej mer. — Kartoffelknollen spriessen nicht mehr.	Vöchting, Clements p. 17.

O_2, vol.-%	O_2-def., vol.-%	O_2-tryck, bråkdelar av normala O_2-Druck. Bruchteile des normalen	Effekt	Källa Quelle
2	19	0,10	Hos lök stoppar rottillväxten genast, men är ej märkbart nedsatt hos *Juncus* sp., *Mesembryanthemum æquilaterale*, *Potentilla anserina*, *Salix* sp. — Wurzelzuwachs sofort sistiert bei Gartenzwiebel, dagegen nicht merklich beeinflusst bei den anderen genannten Arten.	Cannon 1920.
		0,1	Något nedsatt rottillväxt hos solros. — Wurzelzuwachs ein wenig geschwächt bei *Helianthus*.	Wacker 1898.
		0,10—0,03	Ingen groning hos åkerkål- och sallatsfrö; groning, men ingen vidare tillväxt, hos havre, vete, hirs, pumpa. — Rübsen- und Salatsamen keimen nicht; Hafer, Weizen, Hirse, *Cucurbita* keimen, wachsen aber nicht Weiter.	Lukas, Clements p. 74.
		0,07—0,03	Majs, korn och krasse gro långsammare än normalt. — Mais, Gerste, Kresse keimen langsamer als normal.	Bert, Clements p. 80.
1,5	19,5	0,07	Nitratbildningen i jord i ett fall nedsatt med 72 %, i ett annat fall hindrad (denitrifikation) i 4—7 månaders försök. — Nitratbildung in Erde mit 72 % erniedrigt, in einem anderen Fall Denitrifikation.	Schlösing 1873.
1,5	19,5	0,07	Gränsvärde för nödtorftig rottillväxt hos ärter, om resten av luften är kväve. — Grenzwert für Wurzelzuwachs bei Erbsen, wenn das übrige Gas Stickstoff ist.	Cannon & Free 1920.
1	20	0,05	Rottillväxten fortsätter flere dagar hos *Juncus* sp., *Potentilla anserina*, *Salix* sp., *Mesembryanthemum* (*Juncus* 7 dagar). — Wurzelzuwachs dauert bei den genannten Arten mehrere Tage fort (bei *Juncus* 7 Tage).	Cannon 1920.
0,5	20,5	0,02	*Mesembryanthemum*-rötter växte över 5 dagar, *Potentilla*-rötter över 3 dagar, ris 13 dagar. — Wurzeln von *Mesembryanthemum* wuchsen über 5 Tage, von *Potentilla* über 3 Tage, von Reis 13 Tage.	D:o.
		0,02—0,01	Ännu groning hos *Xanthium*-frön utan skal. — Geschälte *Xanthium*-Samen keimen noch.	Shull, Clements p. 76.
		0,01	Frön av majs, korn, krasse gro ej alls. — Samen von Mais, Gerste, Kresse keimen nicht.	Bert, Clements p. 80.

O_2, vol.-%	O_2-def., vol.-%	O_2-tryck, bråkdelar av normala O_2-Druck, Bruchteile des normalen	Effekt	Källa Quelle
		0,0	Groddar av *Alisma Plantago* växte 60 % av det normala under 21 dagar i vakuum. — Keimlingzuwachs von *Alisma Plantago* 60 % des normalen während 21 Tagen in Vakuum.	Crocker & Davis, Clements p. 85.
0	21	0,0	*Salix* sp. växte normalt med O_2-fri jordluft 10 veckor. — *Salix* sp. wuchs normal ohne O_2 im Boden 10 Wochen.	Livingston & Free 1916, Cannon & Free 1917.
0	21	0,0	*Prosopis*-rötter slutade växa efter 4—6 dagar. — *Prosopis*-Wurzeln wuchsen 4—6 Tage.	Cannon 1918 a.
0	21	0,0	*Juncus*-rötter växte 7 dagar. — *Juncus*-Wurzeln wuchsen 7 Tage.	Cannon 1920.

Anm. När i ovanstående tabell endast partialtrycket är angivet, betyder det att detta åstadkommits genom luftförtunning. »Clements» med sidhänvisning efter auktorsnamnet betyder, att uppgiften hämtats ur Clements 1921, angiven sida. (Likadant i följande tabell.) — Wo in obiger Tabelle nur Partialdrucke angegeben sind, bedeutet dies, dass die betreffenden Partialdrucke durch Luftverdünning erreicht wurden. »Clements» mit Seitenhinweis bedeutet (wie in der folgenden Tabelle), dass die Angabe aus Clements 1921 geholt worden ist.

Tabell X. **Kritiska kolsyrekoncentrationer.**
Kritische Kohlensäurekonzentrationen.

CO_2, vol.-%	Effekt	Källa Quelle
1—3	Minskad andningsintensitet hos vilorgan. — Geschwächte Atmung bei Ruheorganen.	Mangin, Clements p. 15.
2	Vid 3° C groningen till 90 % hindrad hos frön av *Brassica alba*. — Bei 3° C Keimung zu 90 % gehindert bei Samen von *Brassica alba*.	Kidd 1914.
2—4	Börjande hämning av rottillväxten hos *Phaseolus*. — Beginnende Hemmung des Wurzelzuwachses bei *Phaseolus*.	Böhm 1873.
3	Börjande hämning av rottillväxten hos *Vicia sativa*. — Beginnende Hemmung des Wurzelzuwachses bei *Vicia sativa*.	Chapin 1902.
4	Vid 3° C groningen totalt hindrad hos frön av *Brassica alba*. — Bei 3° C Keimung ganz gehindert bei Samen von *Brassica alba*.	Kidd 1914.

CO_2, vol.-%	Effekt	Källa Quelle
5	Frisk- och torrviktstillväxten nedsatt, vid angiven halt av CO_2 i markluften, hos lupiner och råg vid långa försök. — Erniedrigung des Frischgewicht- und Trockengewichtzuwachses, bei angegebenem Gehalt von CO_2 in der Bodenluft, in langgedauerten Versuchen mit Lupinen und Roggen.	Jentys 1892.
5	Början hämning av rottillväxten hos ärter. — Beginnende Hemmung des Wurzelzuwachses bei Erbsen.	Chapin 1902.
5	Försenad groning hos frön. — Verspätete Keimung von Samen.	Böhm, Clements p. 73.
6	Hyftillväxten hos *Merulius domesticus* nedsatt till 7—12 % av normala. — Hyphenzuwachs bei *Merulius domesticus* auf 7—12 % des normalen herabgesetzt.	Falck 1916.
9	Vid 7° C groningen totalt hindrad hos *Brassica-alba*-frön. — Bei 7° C Keimung ganz gehindert bei *Brassica-alba*-Samen.	Kidd 1914.
10	Groningen av *Mucor*-sporer något försenad. — Keimung von *Mucor*-Sporen etwas verspätet.	Lopriore 1895.
10	Ingen sporbildning hos *Mucor stolonifer* vid över 10% CO_2. — Keine Sporenbildung bei *Mucor stolonifer* bei über 10% CO_2.	Chapin 1902.
16	Ingen groning hos krassefrön. — Keine Keimung bei Kressesamen.	Cl. Bernard, Clements p. 74.
20	Försenad groning och trög tillväxt hos *Mucor*. — Verspätete Keimung und träger Zuwachs bei *Mucor*.	Lopriore 1895.
25	Rottillväxten sisterad efter några timmar hos *Coviliea tridentata*, *Krameria canescens*, *Mesembryanthemum* sp. — Wurzelzuwachs bei den genannten Arten nach wenigen Stunden sistiert.	Cannon 1919 b.
33	Groning, men ingen vidare tillväxt, hos ärter. — Keimung, aber kein weiterer Zuwachs, bei Erbsen.	John, Clements p. 73.
36	Ingen groning hos krassefrön, däremot hos sallat. — Keine Keimung bei Kressesamen, wohl aber bei Salat.	Linossier, Clements p. 74.
40	Hos *Mucor* 17 gånger försenad sporgroning, efter 2—3 dagar sisterad hyftillväxt. — Bei *Mucor* 17 mal verspätete Sporenkeimung, nach 2—3 Tagen sistierter Hyphenzuwachs.	Chapin 1902.
50	Dubbelt försenad groning hos *Aspergillus-niger*-sporer. — Doppelt verspätete Keimung bei *Aspergillus-niger*-Sporen.	D:o
60	Ingen sporbildning hos *Penicillium glaucum*, ingen sporgroning hos *Mucor*. — Keine Sporenbildung bei *Penicillium*, keine Sporenkeimung bei *Mucor*.	D:o

CO_2, vol.-%	Effekt	Källa Quelle
80	Ingen hyftillväxt hos *Aspergillus*, ingen eller ringa hos *Penicillium*. — Kein Hyphenzuwachs bei *Aspergillus*, kein oder gering bei *Penicillium*.	Chapin 1902.
90	Hos sporer av *Aspergillus* och *Penicillium* 5 resp. 12 gånger försenad groning. — Keimung bei *Aspergillus*- und *Penicillium*-Sporen 5 bezw. 12 mal verspätet.	D:o
99,8	Ännu tillväxt hos jäst. — Zuwachs noch nicht sistiert bei Hefe.	Brefeld, Clements p. 95.
100	Ingen skadlig inverkan på rötter av *Salix* sp. ännu efter 10 veckor. — Keine schädliche Einwirkung an Wurzeln von *Salix* sp. noch nach 10 Wochen.	Cannon & Free 1917.

sträva en viss fullständighet; sålunda har jag medtagit alla uppgifter ur Clements 1921, där exakta värden finnas angivna, dock ej när uppgifterna gälla skadlig inverkan av övernormala syretryck, som ju knappt ha något intresse i detta sammanhang — så blir man även benägen för den slutsatsen, att vid ett syredeficit och ett kolsyreöverskott på vardera några procent det ej är uteslutet, att det senare är farligare än det förra. Kolsyran, detta växternas — näst vatten — viktigaste näringsämne, har redan i koncentrationer av några procent i flera fall visat sig utöva giftverkningar, medan majoriteten av växternas livsyttringar i regel förlöpa normalt vid alla möjliga syrekoncentrationer inom mycket vida gränser.

Emellertid är det en sak, som det är ytterst nödvändigt att lägga märke till, och det är den stora skillnaden mellan ett fysiologiskt försök och förhållandena ute i naturen. Avvikelser från det normala, så små, att de ej utöva någon märkbar inverkan i ett som oftast kortvarigt fysiologiskt experiment, kunna i längden bli av avgörande betydelse. Till demonstration härav behöver endast hänvisas till det bekanta faktum, att kulturförsök i allmänhet äro så svåra att få att lyckas rätt väl. »Kulturförsök höra till de allra kinkigaste experiment», säger Fr. Darwin i sin lilla handledning i växtfysiologi (citerat ur minnet). I ett kortvarigt fysiologiskt experiment kan man misshandla objekten rätt friskt och ändå få användbara resultat; vid kulturförsöken addera sig i längden alla våra missgrepp och all vår okunnighet om växtens behov till ett resultat, som ofta blir växtens död. Denna tidsfaktorns stora betydelse framgår delvis redan ur siffrorna i tabellerna IX och X.

Vad speciellt rötternas syrebehov beträffar, ha de fysiologiska för-

söken lärt oss, att vid mindre syretryck andningen, mätt såsom kolsyreproduktion, visserligen till en början avtar endast obetydligt eller i vissa fall ej alls (jfr JOST 1913 p. 265, CLEMENTS 1921 p. 80—81), men den förlöper ej längre normalt. En större eller mindre del därav utgöres vid otillräckligt syretryck av s. k. intramolekylär andning, ett fullständigt motstycke till den av jästsvampar förorsakade alkoholjäsningen, och därvid bildas alkohol och andra produkter, som i längden uppnå skadliga koncentrationer. Dylika abnormiteter i ämnesomsättningen inträda nu efter vad STOKLASAS & ERNESTS försök ha lärt oss hos en hel rad växter redan vid en syrebrist av 15 %. Ett sådant värde å syrebristen är visserligen allt annat än vanligt i markluften, men förekommer dock i extrema fall. Vi skola nedan närmare diskutera denna viktiga sak.

Markens »två atmosfärer»; aërotropism. Vid bedömande av de absoluta siffrorna måste man vidare tänka på, att om man så vill man kan tala om två atmosfärer i marken (RUSSELL & APPLEYARD 1915), en syrerik och kolsyrefattig, den som markluftanalyserna gälla, och en betydligt syrefattigare och kolsyrerikare, som är absorberad och löst i jorden. Som bekant kunna anaëroba organismer som stelkrampsbakterien förekomma även i jord, som i stort sett är väl genomluftad. Man har vissa experimentella hållpunkter för hur man har att tänka sig detta, genom en skiktning i smått, så att anaëroberna skyddas från det för dem skadliga syret genom kringliggande syreförbrukande organismer. Det finns sålunda även i väl genomluftad jord lokala syrebristcentra, och de värden, som markluftanalyserna ge, äro därför som regel (undantagen utgöras av risfält o. dyl. marker, där särskilda förhållanden råda, om vilka skall bli tal nedan) minima för syrebrist och kolsyreöverskott för de djup det gäller. Å andra sidan ha säkert de ifrågavarande organismerna och organen i stor utsträckning förmågan att uppsöka de fördelaktigaste koncentrationer av syre och kolsyra, som stå till buds. Välkänd är den s. k. aërotaxis hos bakterier m. fl. Den motsvarande retbarheten hos rötter (aërotropism) är visserligen ett något tvistigt kapitel, och delvis stå resultat mot resultat (jfr BENNET 1904 och SAMMET 1905). På tillvaron av en retbarhet hos rötter, som gör det möjligt för dem att rädda sig ur områden med alltför dålig syretillgång, behöver man likväl efter MOLISCHS (1884; ärter, majs), EWARTS (1894—96; ärter, hampa, solros, pumpa), POLOWZOWS (1909; solros, lupin) och CLEMENTS (1921, p. 32—33; solros, böna) försök knappt tvivla. Om krökningarna äro positiva reaktioner på syrgas eller negativa reaktioner på kolsyra eller eventuellt andra skadliga produkter är visserligen något osäkert. Den biologiska effekten blir i alla fall densamma. Reaktionerna ha tydligt

kommit till synes endast vid höggradig syrebrist (i vatten, i vattenmättad jord och i jord, där luftrummen fyllts med kväve eller väte). Även BENNET, vars resultat eljes äro genomgående negativa, fann positiva krökningar mot diffusionsströmmen av syre i vatten som genombubblats med kolsyra (p. 246; *Raphanus sativus*).

Specifika differenser. Den viktigaste slutsats, vi kunna dra av siffrorna i tabellerna IX och X, är den, att det finns stora specifika skillnader mellan olika växter med avseende på de syre- och kolsyrekoncentrationer, som de utan olägenhet uthärda, och det även mellan former av samma biologiska typ (att det, om hela växtriket tas till hjälp, ej är svårt att ställa upp hela serier av övergångar från obligata anaërober, d. v. s. organismer, för vilka syre redan i låg koncentration är ett gift, till sådana former, som lida redan av en måttlig nedsättning av syretrycket, är ju bekant). De absoluta siffrorna intressera oss så mycket mindre direkt som de ej gälla våra skogsträd utan mest majs, ärter, bönor och dylika växter, som nu en gång av tekniska skäl mer tilltala fysiologerna. Emellertid kunna vi lägga märke till att i intet fall någon skadlig inverkan av ett mindre kolsyreöverskott eller syrebrist än ett par procent kunnat förmärkas. Att *Xanthium*-fröna ej gro i luft så länge fruktskalet är oskadat kan man nämligen ej påstå betyda, att luft skadar dem. Det är helt enkelt en egenhet hos dem, som de kanhända rentav ha någon nytta av.

Till ytterligare belysning av de specifika skillnaderna skall nedan anföras en del mer kvalitativt lagda försök.

JENTYS' försök äro delvis refererade ovan i tab. X. I försöket studerades utom de där nämnda växterna även vete; detta visade i motsats till de andra växterna ingen produktionsminskning vid de använda CO_2-koncentrationerna (upp till 12 %).

BABCOCK (CLEMENTS p. 22) fann, att endast vattenväxters frön och groddplantor kunde reda sig med den syremängd, som finns löst i vatten, och gro och växa bra under vatten.

NOYES (1914) fann, att en markatmosfär av ren CO_2 stoppade tillväxten och framkallade sjukliga förändringar hos tomat och majs; sedan CO_2-behandlingen efter två veckor avbröts, dog tomatplantan, men majsplantan repade sig. I ett större anlagt försök odlade NOYES, TROST & YODER (1918) diverse växter (spansk peppar, sallat, rädisor, bönor) i plåtkrukor, och i vissa av dessa matades jorden underifrån med en CO_2-ström, antingen hela försökstiden eller 8 timmar om dygnet. Efter försökstidens slut (4 månader) visade sig skillnader mellan de olika försöksväxterna. Den spanska pepparn visade sig mest påverkad; rotsystemet var i kolsyrekrukorna förkrympt och inskränkt till de ytligaste

5″—7″ av krukorna, under det kontrollerna visade förekomst av rötter ned till krukornas botten (1′ 6″). Likartat, fast mindre markerat, var förhållandet med sallat och rädisor. Bönorna däremot (*Phaseolus vulgaris*) hade även i kolsyrekrukorna sänt rötter ända ned i bottnen, de voro rent av kraftigast och bäst utbildade i 8-timmarskulturerna (jfr BÖHMS resultat med *Phaseolus* ovan tab. X; ser märkvärdigt motsägande ut!) och växte i de ständigt CO_2-behandlade krukorna ända intill de öppningar i bottnen, genom vilka gasen inleddes. De koncentrationer, som rådde i krukorna på olika djup äro ej angivna; efter uppgifterna om dimensioner och kolsyredosering kan skattningsvis beräknas, att koncentrationen i heldygnskrukorna på 5″ djup, där de känsligaste växternas rötter upphörde, var 10 %; i bottnen bör den ha överstigit 30 %.

En hel del av CANNONS, FREES och LIVINGSTONS resultat framgå redan av tabellerna ovan. Förutom *Coleus* var även *Heliotropium peruvianum* ganska känslig för syrebrist (LIVINGSTON & FREE 1916, 1917). *Nerium oleander* å andra sidan närmade sig betydligt mera den undersökta *Salix*-arten. En skadlig inverkan av ren kvävgas omkring rötterna märktes först efter 26 dagar (CANNON & FREE 1917). Skillnader mellan de båda särskilt flitigt jämförande undersökta *Prosopis velutina* och *Opuntia versicolor* visade sig även däri, att rottillväxten i luft återupptogs hastigare hos den förra än hos den senare, sedan den hämmats genom kolsyra (CANNON 1916). Senare har ett större antal växter upptagits till jämförelse, varvid det t. ex. visat sig, att en ren kvävgasatmosfär kring rötterna hämmar skottillväxten högst betydligt olika för olika växter. Hos luktärt nedsattes den till hälften i ett dygnslångt försök, hos en potatishybrid stoppade tillväxten genast eller gick ned till exempelvis $^3/_{10}$. Skott av tomat fortsatte att växa, fast med avtagande hastighet, i 4 dagar, och en *Ipomæa*-art slutligen visade i ett 2 dygn långt försök endast obetydlig hämning av skottväxten. (CANNON 1919 a.)

BERGMAN (1920) har demonstrerat, att mesofila kulturväxter ej tåla vid fullständigt vattendränkt jord, vilket däremot *Cyperus alternifolius*, *Ranunculus abortivus* och *sceleratus* samt *Sagittaria* visade sig göra. Ranunculusarterna växte till och med bättre i vattendränkt än i fuktig mark (3 månaders försök). De växter, som ledo av vattendränkningen, kunde räddas till livet genom konstgjord luftning. Efter en tid hade de bildat nya rötter nära ytan och kunde nu reda sig själva även utan särskild luftning.

Frön av landväxter gro i allmänhet dåligt eller ej alls under ett t. ex. decimetertjockt vattenskikt, såvida detta ej genomluftas med konst (KRAUS 1901). För frön av Alismacéer ger däremot 5—12 cm djupt vatten

optimala betingelser för groning och vidare utveckling (GLÜCK 1905 p. 281). Den stora känslighet hos groningen av vissa växters frön för kolsyra och för syrebrist kan i förbigående sagt utan tvivel i viss utsträckning tolkas som en inrättning med bestämt biologiskt syfte, för att tala teleologiskt, och intar måhända en särställning. Dvalan hos våta frön av syrebehövande växter torde åtminstone ej sällan vara en kolsyredvala (jfr DEHÉRAIN & LANDRIN 1874, KIDD 1914, 1916, KIDD & WEST 1917). Under detta tillstånd behöver fröet ej lida, det bidar blott sin tid.

Intressanta äro THATCHERS (1921) resultat med *Salix pentandra*, jämförda med de ovan i tabell IX och X citerade resultaten med Carnegieinstitutionens speciella namnlösa *Salix*-art. Som av tabellerna framgår, tycks denna senares rotsystem kunna leva hur länge som helst i en atmosfär av ren kvävgas eller till och med ren kolsyra. *Salix pentandra* däremot tycks ha bestämda krav på en viss syrehalt i jorden, ty vid odling i dränerad ehuru fuktig *Eriophorum*-torv bildade den rötter och växte trivsamt, däremot ej i odränerad mark. Även växter som såväl systematiskt som biologiskt äro mycket närstående synas alltså kunna visa avgörande olikheter med avseende på rötternas syrebehov.

För övrigt framgår av CHAPINS i tab. X refererade resultat, att för samma organism olika funktioner hämmas vid olika kolsyrekoncentrationer, och detta gäller väl även i lika mån koncentrationer av syre. CANNON (1917) har funnit, att olika långa (olika gamla?) rötter hos *Prosopis* och *Opuntia* stoppade tillväxten olika hastigt vid syrebrist. Härvid voro hos den förra arten de längre, hos den senare de kortare rötterna känsligast för syrebristen. Rothårsbildningen är hos många växter sisterad vid en syretillgång, som dock tillåter rotsystemet att växa och fungera. Majsrötter t. ex. växa släta i vattenkultur och rothårsbildningen visade sig störd i fuktig luft med ungefär halva normala syrehalten. Även här visa sig mellan olika växter stora specifika differenser. En *Salix* bildade t. ex. rothår bättre i vatten än i luft (SNOW 1905).

Akut verkan av gasutbytets strypning. En funktion hos roten, vars upphörande redan mycket snart blir ödesdigert för växten i dess helhet, är vattenupptagandet. Om rotsystemet hos en växt övergående träffas av syrebrist och på den grund inställer tillväxten under t. ex. en vecka, så kan detta vara skäligen betydelselöst för växtens bestånd. Det finns alltid veckor kvar att växa på. Om däremot vattentransporten strypes under en vecka, kan detta ha fullständigt ödesdigra följder, ty om ovanjordsdelarna ha vissnat tillräckligt, kunna de ej mer repa sig. Det har nu visat sig, att en avstängning eller för stark hämning av syretillförseln till syrebehövande rotsystem bland annat medför en höggradig försvåring av vattenupptagandet. Därvid är det ej nog med att rottryc-

ket upphör (WIELER 1892, CHAMBERLAIN 1897 pp. 263, 319), utan den rent passiva vattenfiltrationen genom roten under inflytande av en sugning uppifrån försvåras även i hög grad (JOST 1916). Det visar sig också, att ovanjordsdelarna börja sloka och vissna, om syretillförseln till rötterna upphör. I FREES & LIVINGSTONS försök (F. & L. 1915, L. & F. 1917) med *Coleus blumei* och *Heliotropium peruvianum* sisterades vattenupptagningen genom rötterna inom 12—24 timmar och inom 1—6 dagar började plantorna vissna. Kolsyra i för stark koncentration försvårar även vattentransporten (KOSAROFF 1897, 1900).

Landväxter, som få sitt rotsystem översvämmat, kunna i själva verket dö av vattenbrist på grund av rotsystemets kvävning. Om vattnet omkring rötterna genomluftas, när plantorna börja vissna, så kan spänstigheten återvinnas och plantorna hämta sig (BERGMAN 1920).

Vattenkulturer. Att vanliga landväxter, som varje fysiolog vet, trivas så dåligt i vattenkultur, beror ganska säkert framför allt på att deras rotsystem ej kan reda sig med den dåliga syretillförseln genom vattnet, så att transpirationsströmmen blir för dålig. Det är mycket svårt att få växter i vattenkultur att blöda, även om det är fråga om goda blödare (jfr CHAMBERLAIN 1891 p. 328, JOST 1916 p. 17). Man har även ofta funnit, att plantornas tillväxt blir bättre, om kulturerna genomluftas (t. ex. ARKER 1901; lupin och solros; HALL, BRENCHLEY & UNDERWOOD 1914; korn och lupin; cit. efter CLEMENTS 1921 p. 17 och 23; jfr även KRAUS' ovan citerade groningsförsök). I andra fall har man visserligen ej funnit någon dylik effekt; sålunda fann WACKER (1898) med solros och bondböna ingen förbättring av rötternas längdtillväxt vid luftning och hänför därför den sämre växten i vattenkultur till det ovana mediet. Ännu mycket sämre tillväxt fann han likväl i vattendränkt jord, vilket ej talar för hans uppfattning. FREE (1917) fann ej heller någon effekt av luftning i vattenkulturer med bovete, vilket är märkligt, då bovete i KRAUS' försök visade sig mycket tacksamt för luftning. Mindre förvånande är att HOLE & SINGH i vattenkulturer med *Shorea robusta* ej funno något utslag, då *Shorea*-plantorna äro inställda på större syrebrist och kolsyrehalt än som fanns även i de oluftade kulturerna.

Om gynnsam verkan av extra luftning i normalt lufthaltig jord har jag å andra sidan i litteraturen ej kunnat finna mer än en uppgift som förefaller något så när säker. CANNON (1915 a) berättar, att i ett 8 timmars försök med *Opuntia versicolor*, där jorden omväxlande 2 timmar genomsögs med luft, 2 timmar ej, växte *Opuntia*-rötterna under perioden med luftning i genomsnitt 1,6 mm, under mellantiden 1,3 mm. Resultaten voro likväl enligt författarens egen uppgift ej »entirely consistent»,

och särskilt vill det synas som temperaturen varit en felkälla, svår att komma från. DAYS (1906; CLEMENTS p. 19) resultat förefalla ganska negativa. Daglig konstgjord luftning under vegetationsperioden åstadkom endast i ett fall tydligt utslag, och i detta fall visade sig även avkomman av de snabbväxande (alltså luftade) plantorna nästa år ge lika mycket större avkastning som den skillnad som tillskrevs luftningen; det måste alltså vara något fel med dessa försök.

Att rötter med normalt syrebehov måste kunna lida av syrehunger i vattenkulturer, även om kulturvätskan står i beröring med luften, inses lätt, om man tänker på dels att vatten i beröring med luft vid vanlig temperatur löser endast omkring 7 cm^3 syre av normaltryck per liter, dels att diffusionskoefficienten i vatten är ungefär 1/10000 av den i luft. Förrådet av syre i en viss volym vatten är alltså endast 1/30 av det i samma mängd luft, men framförallt är tillförseln oerhört mycket långsammare, om vätskan är stillastående. Att växter sådana som våra sädesslag dock verkligen kunna fås att växa nödtorftigt i vattenkultur visar att även deras rötter dock i nödfall kunna reda sig med en ytterligt nedsatt syretillförsel.

Är vätskan i livlig rörelse, ställer sig saken helt annorlunda. Om t. ex. rötterna ständigt omspolas av friskt vatten i diffusionsjämvikt med luften, så att halten av syre i vattnet närmast rötterna hela tiden ligger vid 7 cm^3 pr liter, så är syretillförseln till rötterna lika god som om de växte i en fuktig kammare med atmosfärisk luft. Ty det är dock till sist i löst form som syret måste passera in i och genom cellerna, och även i luft kan koncentrationen i det ytligaste skiktet av roten (gränsskiktet mot luften) ej nå högre värden än det nämnda.

Kronisk inverkan av gasutbytets strypning. Man har iakttagit, att kulturvätskan i vattenkulturer med tiden blir giftig. Detta visar sig t. ex., om man odlar flera generationer av ärtgroddar i samma portion vatten. Dylika försök ha utförts t. ex. av MOLLIARD (1915), som synes arbetat mycket noggrant och använde särskilt destillerat vatten och aseptiska försiktighetsmått. Den andra generationen rötter uppnådde i dessa försök på samma tid endast halva längden mot den första, och med flere förkulturer blev nedsättningen ännu större. Effekten kunde ej vara orsakad direkt av kolsyreansamling eller syrebrist, ty luftning, evakuering och CO_2-mättning av vattnet mellan två ärtgenerationer inverkade ej nämnvärt på resultatet. Det måste alltså vara fråga om giftämnen, som avsöndras av rötterna.

De erfarenheter man gjort angående nyttan av ofta ombytt näringslösning i vattenkulturer förklaras väl delvis direkt genom den minskade genomsnittliga syrebristen i vattnet, dels genom bortskaffandet av toxiner.

Förbättringen visar sig även i mer än tillräckligt starka närlösningar, och närsalthunger kan därför ej gärna förklara saken (jfr STILES 1915). Kolrening av lösningen verkar även fördelaktigt, men i mindre hög grad än ombyte av lösningen. Skakning med benkol en gång i veckan verkade i TRELEASES & FREES (1917) försök lika stor ökning i torrsubstansproduktionen som ombyte av lösningen var fjortonde dag.

Åt samma håll peka SCHREINERS & REEDS (1907) försök med odling av vete, havre, majs och *Vigna Catjang* i agargel. Det visade sig, att rötterna krökte sig bort från använd agar. Förf. sluta från denna bortkrökning till förekomsten av giftiga exkretioner i den använda agarn. Att dessa exkretioner verkligen voro något annat än kolsyra eller syrebrist uppvisades dock icke.

NOYES & WEGHORST (1920) funno vid odling av sallat i de plåtburkar, som använts vid de ovan refererade kolsyreförsöken, att rotsystemet blev grundare och sämre utvecklat i de förut kolsyrebehandlade krukorna, sämst i de dygnet runt behandlade. Härvid är att märka, att 8 månader hade förflutit mellan kolsyrebehandlingen och sådden av sallatsfröt. Dessutom hade jorden varit uttagen en gång ur krukorna och ifylld igen. Det är sålunda otänkbart, att kolsyran direkt var orsaken. Det vill i stället av dessa försök synas, som under inflytande av kolsyrebehandlingen andra, mindre flyktiga gifter bildats i jorden.

VAN DER WOLK (1918) berättar, att om han omgav spetsar av just utskjutande groddrötter av kokospalm med ett bandage av våt bomull och lät det sitta några dagar under ständig befuktning, och han sedan vattnade unga gräsplantor med det ur bandagen utpressade vattnet, så sjuknade dessa inom 2 dagar och dogo. Detta gjorde de däremot ej i »starkt kolsyrehaltigt» vatten, så att verkan ej anses kunna härröra sig från kolsyra. Då förbanden voro så våta, att man kunde krama vatten ur dem, torde de ifrågavarande starkt växande och andande rötterna ha stått under inflytande av en viss syrebrist.

BÖHM (1885, cit. efter SORAUER-GRÄBNER) fann att jorden kring rötterna av esplanadträd i Wien (*Ailanthus*), som sjuknat och dött, enligt vad som ansågs till följd av syrebrist kring rötterna gå grund av för djup plantering, verkade giftigt på andra växter, i det frön ej kunde fås att gro däri. Efter 8 dagars luftning i solen under upprepad bevattning var giftigheten hos jordproven borta.

Man har dock åtskilliga gånger trott sig påvisa en toxinexkretion hos rötter även i normal omgivning. Särskilt uppmärksammade ha de vid Woburn i England utförda försöken blivit. Det är en utbredd åsikt hos trädgårdsmästare, att fruktträd växa sämre, om marken är grästäckt än om den är naken. Denna sak undersöktes nu av PICKERING m. fl.,

och man fann verkligen en dylik hämning. Denna visade sig även då gräset fick växa i tråg, placerade ovanpå jorden i krukorna, där fruktträden växte. (Tillväxt av träden 73 % av normala, 3-åriga försök.) Å andra sidan verkade vattning med vatten, som fått gå igenom grästrågen, men fått stå öppet i luften, ej nedsättning, utan tvärtom ökning av tillväxten. Det är därför enligt Woburnforskarnas åsikt fråga om ett toxin, som lätt oxideras till ämnen som i stället verka gödslande. HOWARD & HOWARD (1915 b p. 23) samt CLEMENTS (1921 p. 159) förmoda likväl, att det helt enkelt kan vara fråga om kolsyra och ingenting annat.

Enligt senare försök vid Woburn uppträder »gräseffekten» ej blott hos fruktträd, utan hos alla möjliga växter, och kan även förorsakas av allehanda växter och ej blott av gräs. Giftverkan uteblir som nämnt, om försöksväxterna vattnas med vatten, som fått stå tillräckligt länge (24 timmar) i luften, sedan det passerat igenom trågen med gräs, klöver etc., men den uteblir däremot ej, försvagas blott något, om ett 2 tum tjockt lager av pimpstensbitar inskjutes mellan trågen och krukjorden, där försöksväxterna växa. Å andra sidan uteblir effekten, om hålen i trågens botten (av porös lera) sättas igen, trots det trågen stå direkt på jorden i försökskrukorna och täcka denna till större delen. (PICKERING 1917).

Denna toxinproduktion synes alltså ej stå i något direkt samband med markluftningen. Om toxinet produceras omedelbart av växtrötterna eller uppstå av döda delar av gräs-, klöver- etc. plantorna, som PICKERING framkastar som en möjlighet, framgår ej av försöken.

LUMIÈRE (1921) har funnit, att vissa frön absolut ej gro i infusion på döda, nyfallna löv (av platan, kastanj etc.). Infusionen reducerade Fehlings lösning och effekten förklaras som en verkan av syrebrist. Likaväl kan kanske en toxinverkan föreligga, som ej har med genomluftningen att göra.

Den sedan gammalt kända och omskrivna »trötthetен» hos vinjordar torde bero på en utveckling av mikrofloran eller -faunan i ogynnsam riktning, då den har kunnat hävas genom »partiell sterilisering» av jorden t. ex. med kolsvavla (KOCH 1899). Vid Rothamsteads berömda lantbruksstation har man genom mångåriga kulturförsök med råg sökt utreda om grödan efterlämnar något toxin i marken, som verkar ogynnsamt på en efterföljande, men med negativt resultat (RUSSELL 1917 p. 151).

Vid fysiologiska undersökningar, som särskilt inriktats på rotsekretionen, har man, då rötterna vuxit i vatten, kunnat fastställa en avsöndring av organiska syror (GOEBEL 1893 p. 211; CZAPEK 1896). Vid normal lufttillgång synes däremot inga organiska syror och överhuvud inga andra giftiga ämnen än kolsyra kunnat säkert påvisas, även då man valt

växter med särskilt sura »rotsekret» (CZAPEK 1896 p. 323 och 1920 p. 526; KUNZE 1906; STOKLASA & ERNEST 1908; ABERSON 1910). Förhållandet synes helt och hållet ha uppklarats av STOKLASAS & ERNESTS undersökning. Dessa forskare påvisade nämligen, att rötter av en hel rad växter, som vid normal syretillgång endast avgåvo kolsyra och möjligen små mängder vätgas, i en atmosfär med 6 % syrehalt utsöndrade myrsyra, acetaldehyd och aceton, ibland även ättiksyra eller oxalsyra. Hos kornplantors rötter visade sig synbara sjukdomstecken (rötterna blevo bruna och ruttnade delvis), som av förf. uppfattas som självförgiftningssymptom. Av de nämnda ämnena äro särskilt myrsyra och acetaldehyd starka växtgifter. STOKLASAS & ERNESTS försök ge alltså en enkel förklaring till att man funnit toxinbildning hos rötter i vattenkultur etc.

Man har alltså skäl att anta, att redan en tämligen måttlig syrebrist, som primärt ej förorsakar någon nämnvärd skada, kan sekundärt genom toxinbildning bli fördärvlig, om den fortfar länge.

Toxiner i jorden. Toxiner i jorden ha de senaste åren studerats i stor utsträckning i Amerika. Man har funnit dylika dels i mossvatten och torvextrakt, dels i andra dåliga jordar.

Ej speciellt tillpassade växter, t. ex. våra vanliga kulturväxter, trivas ej i naturligt mossvatten eller i odränerad mosstorv. Den ogynnsamma verkan åstadkommes utan tvivel delvis direkt av syrebristen eller kolsyrerikedomen; man har funnit, att giftverkan blev mindre utpräglad, om mossvattnet mellan insamlingen och försöket förvarades i okorkade flaskor (DACHNOWSKI 1908, p. 133—134), och konstgjord genomluftning upphäver den delvis, ibland fullständigt (TRANSEAU 1906 BERGMAN 1920). I många fall har dock giftverkan ej kunnat förklaras enbart av syrebristen eller kolsyreöverskottet och ej heller av mossvattnets surhet (LIVINGSTON 1905 b). Den eller de verksamma substanserna förflyktigas eller förstöras ej vid kokning (LIVINGSTON 1905 b, RIGG 1913) eller indunstning (RIGG & THOMPSON 1919). Däremot kunna de bortskaffas genom absorbens, t. ex. finfördelat kol (DACHNOWSKI 1908) och utfällas med ammoniumsulfat (RIGG & THOMPSON 1919), och de fastna delvis i jord, som begagnats som filtrum för mossvatten (DACHNOWSKI 1909). De tyckas alltså vara reversibla, icke flyktiga kolloider.

Förekomsten av giftämnena har av amerikanarna enstämmigt satts i samband med den dåliga genomluftningen. Efter torrläggning av mossar kan man som bekant få dem att ge skördar, och detta skulle då bero på förstöring av giftämnena genom oxidation. DACHNOWSKI (se t. ex. 1910) anser giftverkan tämligen direkt orsakad av anaëroba bakterier. Han fann nedsättning i tillväxten hos veteplantor i vattenkultur i sterilt mossvatten efter ympning med ur mossar isolerade bak-

terier. Syrebristens roll skulle alltså bl. a. vara den, att den gynnar uppkomsten av en ofördelaktig bakterieflora.

Vid den amerikanska Bureau of soils omfattande undersökningar över jordtoxiner har särskilt en substans tilldragit sig uppmärksamheten, och mångåriga undersökningar ha ägnats dess förekomst och fysiologiska verkan. Substansen är kemiskt definierad, den är dihydroxistearinsyra. De markbetingelser, under vilka den uppträder, äro »i allmänhet dålig dränering, dålig genomluftning, för stark packning, kalkbrist, dålig syrsättning». I dylika jordar har den funnits så ofta, att den måste anses som »en av huvudfaktorerna för dålig bördighet hos sådana jordar» (SCHREINER & LATHROP 1911). Substansen är mycket lättoxiderad och försvinner »genom processer som framkalla genomluftning och syrsättning» (SCHREINER & SKINNER 1910). Den är mycket giftig: redan i en koncentration av 5 : 100 000 utövar den en stark nedsättande effekt på utvecklingen av både rötter och blad hos vete. Rötterna ha ofta svullna ändar, bli ofta färgade och haklikt krökta (SCHREINER & SKINNER 1910). Dessa symptom har man även funnit vid förgiftning med mossvatten (jfr t. ex. MONTFORT 1921 p. 210 ff.). Tillsats av kalk och salpeter hjälper rötterna att övervinna skadan, enligt SCHREINERS uppfattning därigenom att dessa ämnen befordra oxidationen av det skadliga ämnet genom rötternas verksamhet (vanillin oxiderades av rötterna och denna effekt ökades vid tillsats av $NaNO_3$ och kalk. SCHREINER & REED 1908, 1909).

Sammanfattning. Som sammanfattning av ovan refererade och andra föreliggande experimentalundersökningar, som ha intresse för bedömandet av frågan, i vad mån markluftningen är en faktor av ekologisk betydelse, kan man säga,

1) att mycket stora skillnader finnas mellan toleransen hos olika växter för syrebrist och kolsyreöverskott i jorden;

2) att man ej känner något fall, då en syrebrist eller ett kolsyreöverskott under ett par procent utövat en skadlig inverkan, även vid långvariga försök,

3) att en fullständig eller mycket stark, även rätt kortvarig, strypning av rötternas gasutbyte med atmosfären hos ej särskilt tillpassade växter blir ödesdiger därigenom att vattenupptagandet genom rötterna är ytterligt försvårat;

4) att en måttligare strypning, som akut ej är farlig, vid längre inverkan kan medföra anhopning av giftämnen, som kan verka ödesdigert;

5) att det av allt detta är mycket sannolikt, att markluftningen i vissa fall kan vara en ekologisk faktor av avgörande betydelse.

Kap. 10. Markluftningsproblemets ställning i lant- och skogsbruk och i ekologien.

Lantbruksforskningen. Det torde varit SORAUER, som först allmänt fäst jordbruksforskarnas uppmärksamhet på markluftningen som en faktor av betydelse. I hans Handbuch der Pflanzenkrankheiten ägnas markluftningen alltifrån första upplagan stor uppmärksamhet, och i den sista, av GRÄBNER redigerade upplagan (1921) ägnas frågan ett helt kapitel på 136 sidor. Fara för skador genom dålig genomluftning föreligger enligt SORAUER-GRÄBNER

1) i lermarker,
2) i genom översvämning etc. med finmaterial tillslammad mark
3) i översvämmad mark med stillastående vatten
4) i försumpad och vattensjuk mark,
5) i råhumus- och ortstensmarker,
6) vid för tät och för djup plantering och sådd. Bland botemedel nämnas i första rummet dränering och därnäst markbearbetning samt i vissa fall strötäckning av jorden för att hindra tillslamning i ytan vid häftiga regn etc. och slutligen kalkning, märgling och gipstillförsel.

Vissa sjukdomar anses höra samman med dålig genomluftning, så t. ex. rotbrand hos betor, risets brusone-sjuka, »mal nero» hos äkta kastanj samt flere sjukdomar hos tropiska kulturväxter.

Man har vid jämförande försök funnit bättre resultat i lös jord och i jord med klumpstruktur än i fin och packad jord och ställt detta i samband med genomluftningen (HUNTER, CLEMENTS 1921 p. 23), och man har funnit gynnsam effekt av inblandning av lerskärvor, sand, träkol etc. i jorden och förklarat det på samma sätt (se t. ex. HOWARD 1918, HOWARD & HOWARD 1918). För COLEMANS (1916) liknande försök med jordsvampar, som han fann växa bättre i lättare jord än i lera, kan man kanske utan vidare acceptera skillnader i genomluftningen som orsak till skillnaderna. Det är eljes ej så säkert, att detta i alla dylika fall behöver vara rätta förklaringen. På samma sätt förklaras, som redan ovan nämnt i annat sammanhang, av CLEMENTS den gynnsamma effekten av markbearbetning i norrländska tallhedar som en markluftningseffekt, men vi skola nedan se, att ganska säkert så ej är förhållandet. Det kan nämnas att t. o. m. i Indien LEATHER (1915) ställer sig skeptisk till att markluckringens gynnsamma effekt skulle bero på en bättre markluftning.

Det dåliga tillståndet och den höga dödligheten hos träd i gatuplanteringar har av MANGIN (1896) satts i samband med experimentellt påvisat bristande lufttillträde till rötterna.

Särskilt i Indien har markluftningsproblemet de sista åren varit flitigt omtalat och bearbetat. Oberoende av BRIZI i Italien visade HARRISON & AIYER (1913), att risets rötter ha bestämda, om än små syrekrav, som i de översvämmade risfälten täckas genom syreproduktionen hos ett skikt av alger, som lever i markytan. Om man analyserar prov av de gaser, som finnas i marken i ett risfält, så finner man nere i marken kväve, metan, väte och kolsyra men praktiskt taget intet syre; under alghuden däremot uppstå gasblåsor, som »sällan hålla mindre än 50 % syre» (HARRISON & AIYER 1913 p. 95). Liknande resultat gåvo ONODERAS (1920) undersökningar i Japan. Det är alghuden som är syrekällan och riset är för sin trevnad absolut beroende av den. Ofta upprepad avtappning av översvämningsvattnet verkar därför fördelaktigt endast till en viss gräns; tappar man av för ofta, så störes alghuden för mycket och resultatet blir sämre.

Sedermera har markluftningsproblemet i Indien tilldragit sig allt större intresse, och en hel del skador hos olika växter tillskrivas dålig markluftning, speciellt en vissnesjuka hos Javaindigo, *Indigofera arrecta*. Skadan är värst våta år och undvikes främst genom dränering (HOWARD & HOWARD 1915 a). Hos fruktträd har man vid Quetta experimentalstation funnit, att en där uppträdande bladfallsjuka på persikoträd kan experimentellt framkallas genom alltför djup plantering och för stark bevattning och tillskriver den därför dålig markluftning (HOWARD 1916). Man har vidare funnit, att avkastningen av olika grödor kan väsentligt höjas genom ett förnuftigt sparsamt bevattningssystem. För mycket bevattning skadar mer än det gagnar. Sålunda minskades i ett fall avkastningen med mellan 30 och 40 % om 3 bevattningar verkställdes i stället för 1. (HOWARD 1918 p. 425). Ökad uppmärksamhet har ägnats dräneringen, och med mycket goda resultat (HOWARD & HOWARD 1919).

Från den amerikanska agrikulturforskningen må nämnas COVILLES (CLEMENTS 1921 p. 21) och BERGMANS (1921) erfarenheter, intressanta därför att de gälla mossväxter. COVILLE anger, att god markluftning är nödvändig i mosskulturer av en kultiverad blåbärsart, »swamp blueberry», och BERGMAN redogör för skadlig inverkan av översvämning på ovanjordsdelarna av tranbär (cranberry). Översvämning är farligast mulna dagar, då assimilationen och därmed O_2-produktionen är svagare.

Skogliga erfarenheter. Vi övergå då till skogsmännens erfarenheter. Från skogligt håll ha många gånger framkommit uttalanden om menlig inverkan av bristande markluftning, särskilt å råhumusmarker. Hos P. E. MÜLLER (1879 och 1884) är det sålunda flere gånger tal om hur den täta, packade, ej av daggmaskar bearbetade råhumusen hindrar lufttillförseln till underliggande lager. ROSTRUP (1891 och 1902) talar om

skadlig inverkan av *Thelephora laciniata* på gran till följd av att dess mycelium hopväver barravfallet till en kompakt skorpa, som »varken tillåter den nödiga luftväxlingen eller regnvattnets genomsilning». GREBE 1896 förklarar ljungråhumusens ofördelaktiga inverkan på skogen som en följd av dålig markluftning. HARTIG (1900) anser, att ett »tätt barrskikt» kan orsaka en ogynnsam nedsättning i markluftningen och vill härigenom förklara degenerationen hos skog på marker, som förut varit åker. HARTIG hänför även (p. 266) misslyckandet av bokföryngring å vissa marker till dålig genomluftning i den av tjocka råhumusmassor täckta marken.

GRÄBNER 1906 och 1909 har studerat degeneration av gran med åtföljande topptorka i bestånd med svår råhumus och skjuter skulden på den dåliga genomluftningen under denna. Han anser den inverka dels direkt, dels genom att träden få ett mycket ytligt rotsystem och därigenom lätt duka under vid inträffande torrperioder, varjämte de lättare duka under för angrepp av röta (*Polyporus annosus*). GRÄBNER söker bekräfta denna åsikt genom experiment: jämförande undersökning av permeabiliteten för luft under inflytande av övertryck hos råhumusprov i torrt och fuktigt tillstånd, samt, till jämförelse, av vanlig trädgårdsjord. Han fann, att medan för trädgårdsjord (jordcylinder av 4 cm diameter och 4 cm höjd) en liter luft passerade på 50 sek. vid ett övertryck av 500 mm vattenpelare, ett fuktigt och tätt packat prov av råhumusen av samma dimensioner var fullständigt ogenomsläppligt vid detta tryck och vid ett tryck motsvarande 2 700 mm vattenpelare släppte igenom en liter på 62 min. 50 sek. Emellertid äro dessa försök föga upplysande, emedan provet ej undersöktes i naturligt lagringstillstånd utan efter pulverisering och hopröring med vatten, och även emedan, som vi ovan sett, det ej är permeabiliteten för luft vid övertryck, utan diffusionshastigheten, som det främst kommer an på. ALBERT, som direkt bestämt jordluftens sammansättning under råhumus i avsikt att efterpröva GRÄBNERS resultat, har ej funnit annat än för jordluft helt normala syre- och kolsyrehalter (jfr tab. I).

GRÄBNER torde vara den, som mest och kraftigast hävdat åsikten om råhumusen som ett farligt hinder för markluftningen (jfr utom de redan citerade ställena GRÄBNER 1901 p. 75 ff. och WARMING-GRÄBNER 1918 p. 111, 924, SORAUER-GRÄBNER 1921 p. 196—213), men liknande uttalanden återfinnas på talrika ställen i litteraturen. Jag nöjer mig med att ytterligare som exempel anföra WAGNER 1912 (p. 104, 105, 108), LÜDI 1919 (p. 32—33) och COVENTRY 1917 (cit. efter CLEMENTS 1921 p. 104).

I Sverige har HESSELMAN (1910 b) satt skogens dåliga tillväxt å vissa torv- och råhumusmarker i övre Norrland i samband med den nästan

fullständiga syrebrist i grundvattnet, som utförda analyser gåvo vid handen. Han anser vidare (1917 a, p. 358) frånvaron av nitrifikation i odränerade torvmarker med stillastående vatten bero på syrebrist. Vid dränering inträder ofta en livlig nitrifikation, och där vattnet är i stark rörelse förekommer den. I en annan avhandling (1917 b) diskuterar HESSELMAN möjligheten av att den gynnsamma effekten av skogsföryngringsåtgärderna på vanlig, oförsumpad råhumusmark delvis skulle bero på en ökad markluftning, men han finner sannolikt, att den ej är av någon avgörande betydelse. CLEMENTS (1921 p. 104) utläser, som ovan nämnt, ur HESSELMANS tallhedsundersökningar det resultatet, att åtgärder »som öka markluften» framkalla nitrifikation och trädväxt. I originalavhandlingen (1917 c) finns dock ej med ett ord antytt, att kausalsammanhanget är detta.

Av skogliga erfarenheter och uttalanden, som ej speciellt gälla råhumusmarker må följande anföras. VONHAUSEN (CLEMENTS 1921 p. 99) fann; att inläggning av ett dränagerör av lera i en frösäng med *Platanus*-plantor ökade växten på dessa. HARTIG (1900) hänför rotröta hos gran och tall till dålig markluftning, orsakad av »stagnerande markväta på plan mark», och hänvisar till en liknande rotröta hos vin som uppträder på våt, lerrik mark.

ROSTRUP (1902) talar även (p. 82) om luftbrist på grund av stillastående vatten. Sid. 78 framkastas den tanken, att orsaken till att frö av al, björk etc. gror väl ute, men dåligt inomhus, vore frånvaron av temperaturväxlingar, tillräckligt starka att åstadkomma ett tillräckligt gasutbyte, så att den bildade kolsyran i alltför stor utsträckning kvarstannar.

LIVINGSTON (1905 a) finner en parallellism mellan fördelningen av skogarna i Michigan och jordens kornstorlek och dränering: »Från öppen äng passera vi, allteftersom dräneringen blir bättre och bättre, genom blandade kärr och barrträdskärr till höglandets löv- (hardwood-) eller weymouthtallskogar». Förf. anser det avgörande vara den olika lufthalten i jorden.

GRAVES (1915, cit. efter CLEMENTS 1921 p. 103) fann, att unga barrträdsplantor blevo sjuka i frösängar på lera, att de ledo mest de våta månaderna och i många fall hämtade sig under de torrare. I luckrare mark i samma plantskola visade sig ej sjukdomen, och förf. anser den därför orsakad av syrebrist.

FALCK (1918) söker den primära orsaken till sjuklighet hos vissa ekbestånd å tidvis översvämmad mark med styv lera i bristande vatten- och lufttillförsel till rötterna, varvid han synes vilja tillskriva den ovanpå leran växande grässvålen lika stor betydelse som leran.

Från Indien föreligga iakttagelser, stödda av försök, som synas otvetydigt ge vid handen, att markens genomluftning för *Shorea robusta*,

ett av de viktigare indiska skogsträden, är en ekologisk faktor av avgörande betydelse. (HOLE & SINGH 1914—1916, HOLE 1918 och 1921). Särskilt intressanta äro de försök med *Shorea*-plantor, som HOLE meddelar, och som givit synnerligen markanta skillnader mellan bättre och sämre genomluftade kulturer. Redan täckning av jorden med ett lager döda *Shorea*-blad eller inblandning därav i översta markskiktet hade en tydlig skadlig inverkan (jfr dock p. [94] LUMIÈRES försök med infusion på döda blad). Enligt HOLES framställning är genomluftningen den faktor, som är bestämmande för föryngringen och för den geografiska fördelningen av *Shorea*-skogarna i de ifrågavarande distrikten. De stora föryngringssvårigheterna för *Shorea*-skogarna hänga samman därmed att dessa skogar till stor del växa på lera och att *Shorea* är ett mycket fuktälskande träd. Såväl fröna som de unga plantorna äro ytterst ömtåliga för torka. Samtidigt synes emellertid som sagt rotsystemet vara rätt ömtåligt mot för mycket kolsyra eller för litet syre eller bådadera. Känsligheten torde visserligen ej vara så särskilt stor, då plantorna växa utmärkt i vattenkulturer utan luftning (HOLE 1921 p. 60), men just emedan växten måste ha så rikligt med vatten, ligger risken för rotsystemets utsättande för avsevärda CO_2-överskott och betydlig O_2-brist i det tropiska klimatet nära, ej minst på lerjord.

Liksom *Shorea* kräver vanlig al ett visst lågt syrgasminimum i vattnet för att trivas (BORNEBUSCH 1914).

Markluftningsfrågans ställning i den rena ekologien. Av icke skogliga erfarenheter och åsikter hos den rena ekologiens män må följande anföras. Egenheterna i naturliga mossmarkers vegetation hänföras numera allmänt direkt eller indirekt till den dåliga genomluftningen i det stagnerande, humusrika vattnet. I FRÜHS & SCHRÖTERS (1904) stora monografi över Schweiz' mossar tas sålunda syrebristen till utgångspunkt för hela framställningen i kapitlet om torvbildningsprocessen. De amerikanska forskarna ha särskilt intresserat sig för den SCHIMPERSKA fysiologiska torrheten i mossar och ta därvid likaledes syrebristen och mossvattnets därmed sammanhängande giftighet till utgångspunkt. Här må till slut anmärkas, att beträffande torrlagda mossmarker VAGELER (1906) kommer till det resultatet, att »en hög kolsyrehalt hos markluften är identisk med livlig omsättning i marken och sålunda med förmågan att bära en anspråksfull flora». Genomluftningen var alltså i dessa torrlagda mossmarker genomgående tillräcklig.

HOLE (1911) anser markluftningen som en ekologisk faktor av betydelse för diverse indiska skogsgräs, delvis bestämmande deras förekomst och utbredning.

CANNONS m. fl. experimentella undersökningar äro refererade ovan.

Två av försöksväxterna från Arizonas öknar, *Opuntia versicolor* och *Prosopis velutina*, utbreda sina rötter i olika skikt, *Opuntia* nära ytan och *Prosopis* på djupet. CANNON (1915 b, 1916) anser, att detta är betingat av två saker, dels rötternas olika reaktion på värme, dels deras olika syrekrav. Syrebrist är tänkbar då, som ibland är fallet, den fina ökensanden är vattendränkt. Att opuntiarötterna ha förmåga att gå på djupet under lämpliga betingelser visar CANNON (1918 b) genom att odla växten i lodräta 2,5 m långa lerrör. De växte där ända ned i bottnen.

CANNON & FREE (1917) tänka sig zoneringen av vegetationen i vissa torrsjöbäcken som betingad av mer eller mindre fullständig brist på markluftning och specifika skillnader hos växterna i motståndskraft däremot.

Sammanfattning. Som läsaren redan torde ha lagt märke till, gälla de fall, där verkligen vägande skäl förebragts för dålig markluftning och skada därigenom, nästan genomgående marker med för stor markfuktighet. Dessutom föreligga liknande erfarenheter i en del fall från lermarker. Sanningen i detta påstående kunde demonstreras ytterligare genom ett uttömmande kritiskt litteraturreferat, men det anförda må vara tillräckligt. Vid genomgång av all den hos CLEMENTS 1921 refererade litteraturen skall man finna, att alla säkra erfarenheter peka i den antydda riktningen. Vi erinra oss resultatet av den ovan lämnade utredningen angående gasutbytets mekanik och kunna konstatera, att resultaten stämma mycket väl överens. Ett viktigt undantag synas, efter en mångfald av litteraturuppgifter att döma, råhumusmarkerna utgöra. Det anses ju, som framgår av litteraturreferatet ovan, att en mäktig råhumus i och för sig utgör ett svårt hinder för markluftningen. Här synes alltså vår utredning angående gasutbytets mekanik och den praktiska erfarenheten strida mot varandra. En av våra uppgifter i följande avdelning blir att för svenska skogsmarkers vidkommande uppklara denna brist på överensstämmelse.

Avd. IV.

MARKLUFTEN I SVENSKA SKOGAR.

Om genomluftningen i svenska skogsmarker är förut föga känt. Den enda föreliggande experimentalundersökning, som direkt berör frågan, är såvitt jag vet Hesselmans (1910 b) studie över grundvattnets syrehalt. Dylika vattenundersökningar ha sedan utförts i myrmarker av Malmström (1922). Hurudan luftningen är ovan grundvattensnivån, därom lämna dessa undersökningar intet besked. Denna fråga tarvade så mycket mer en undersökning som det i stort sett är området ovan grundvattensnivån, som är biologiskt betydelsefullast.

Markluftningsproblemet har som vi sett i det föregående under den sista tiden blivit mycket aktuellt särskilt i Indien och Amerika. Vidare är det en bland europeiska skogsmän utbredd, som ovan nämnt särskilt kraftigt av Gräbner framhållen uppfattning, att en råhumuspäls är ett svårt hinder för markluftningen. Bägge dessa omständigheter bidrogo till att frågan togs upp på Skogsförsöksanstaltens program. Undersökningen anförtroddes åt författaren, som ägnat densamma en stor del av två somrars fältarbete. Mina studier ha givit så pass överensstämmande och entydiga resultat, att de nu anses mogna för publicering, särskilt som resultaten stämma mycket bra överens med min teoretiska utredning i avd. II. Tillsammans ge de utförda analyserna och denna utredning, anser jag, en rätt god helhetsbild av förhållandena.

Den bakgrund, mot vilken analyssiffrorna böra ses, är given av det föregående. Det är just för att läsaren vid studiet av siffrorna må ha denna bakgrund klar som jag ansett lämpligt att kasta om den i redogörelser för experimentalundersökningar brukliga ordningen och i stället ta det mesta av diskussionen först. Diskussionen av siffrorna i det följande blir så mycket mera kortfattad. Jag förutsätter därvid ständigt att de föregående avdelningarna äro för läsaren bekanta, och vill här uttryckligen påpeka, att den tidigare framställningen ej är en historik, utan att de förda diskussionerna äro ämnade att klargöra markluftningsproblemets allmänna läge. De ha på nästan alla punkter direkt betydelse även för det specialfall, som markluftningen i svenska skogar utgör, även om mina analyssiffror ej äro inblandade i diskussionen, utan först i det följande meddelas i ett sammanhang.

Kap. 11. Undersökningens planläggning och förlopp.

Undersökningens föremål. Mina fältundersökningar bilda en naturlig fortsättning till Hesselmans nyss anförda studier över grundvattnets syrehalt och avsågo närmast att klara upp motsägelsen mellan Gräbners

och ALBERTS i avd.' III refererade undersökningar i råhumusmarker i Tyskland, eller åtminstone avgöra vilken åskådning som stämmer bäst med verkligheten för svenska förhållanden. Något liknande den granråhumus, som GRÄBNERS undersökningar avsågo, torde vi ej ha i Sverige, däremot ha vi i Norrland s. k. råhumusbesvärade marker i granskog av mossrik typ. Undersökningarna inriktades först och främst på dessa. Sommaren 1920 förlades arbetet nästan uteslutande till Kulbäckslidens kronopark i Degerfors socken och revir, Västerbotten, och omgivande marker. Förliden sommar utsträcktes de till Norrbotten och till sydliga Sverige, varvid förutom råhumusgranskog även tallhedar, utpräglade ortstensmarker, råhumusbokskogar, ljunghedar och för jämförelses skull en del andra marker undersöktes. De mest ingående undersökningarna i södra Sverige gjordes å Vallåsens krp. i Växtorps socken, Halmstads revir, där såväl ljunghedsmarker av mycket olika kvalitet som synnerligen utpräglat torviga bokskogar stodo till buds.

Principiella svårigheter. Beträffande de ekologiska faktorernas verkningssätt gäller det ofta, att det ej är medelvärdena av de ifrågavarande faktorernas intensiteter, som äro avgörande, utan fastmer deras extremvärden och ofta ej ens dessa direkt, utan i förening med en tidsfaktor. För utbredningen av ett frostömt trädslag mot norr är t. ex. ej årets medeltemperatur avgörande, utan t. ex. den extrema vinterkylan eller temperaturen under vissa känsliga perioder. Och det är knappast medeltalet av alla vintrars temperatur, som avgör om ett frostkänsligt träd överlever eller ej, utan de särskilt stränga vintrarnas. Likadant är det utan tvivel i många fall med faktorerna syrehalt och kolsyrehalt i marken. En växt, vars rötter ha stora syrekrav, och som råkar växa inom ett periodvis översvämmat område, kan t. ex. kanske många år överleva översvämningarna, om nämligen dessa aldrig äro så långvariga, att växten hinner ta obotlig skada. Men ett enda år med en något för långvarig översvämning kan förjaga den från området.

En fullgod behandling av det föreliggande problemet möter därför mycket stora svårigheter. Svårigheterna inses kanske bäst genom en jämförelse med ett par andra forskningsobjekt. Om jag t. ex. vill studera växtsamhällenas inverkan på markprofilen, är det likgiltigt, när jag tar mina prov. Den effekt, som jag vill studera, ligger där registrerad i profilen, som är sig i huvudsak lik sommar som vinter, under regn som under torka; markprofilen är så att säga integralen av månghundraåra processer, och den växlar ej mätbart från dag till dag, väl ej ens från år till år. Om jag vill studera sambandet mellan skogens växt och salpeterbildningen i marken, så har jag visserligen med en process att göra, som kan förlöpa med högst olika intensitet under olika årstider. Men

jag vet, att jag sysslar med en faktor, som åtminstone i regel i alla intensiteter, i vilka den förekommer i skogsmarken, verkar positivt gynnsamt, blott i högre eller lägre grad. Jag har vidare ingen anledning antaga, att ens en fullständig frånvaro av salpeterbildning under vintern, när träden sova, är på något sätt ödesdiger. Jag kan till och med förutsätta, att det i varje fall kräves mycket långa perioder av fullständig salpeterbrist för att träden skola dö av kvävehunger, ja, sannolikt kunna de leva hur länge som helst på kväve i annan form. Allt detta gör, att jämförande stickprov från olika skogstyper, blott de äro tagna under jämförbara förhållanden, ge en fullt tillfredsställande upplysning. Jag behöver ej bekymra mig om kortvariga extremperioder, de genomsnittliga förhållandena under vegetationsperioden ge mig i det väsentliga den kunskap jag behöver.

Helt annorlunda ligger saken vid ekologiska problem sådana som markluftningen. Man borde därför rätteligen ha långa fortlöpande serier av analyser året runt och helst under många år från valda punkter i de skogstyper, man vill studera. Om jag endast tar jämförande stickprov från olika typer, så har jag ingen garanti för att förhållandena under andra årstider eller annan väderlek ändra sig parallellt för de båda typerna. Och denna olikhet i variationen kan vara ekologiskt betydelsefull. I den ena marken kan möjligen uppstå en farlig period av syrebrist, som ej uppträder i den andra.

Emellertid var det ej att tänka på att skaffa ihop dylika jätteserier av analyser i FODORS stil från de skogstyper, det framför allt är fråga om. Undersökningen måste i stället till en början läggas mer orienterande, och av denna orienterande undersökning ha sådana resultat framgått, att det måste anses olämpligt att uppta tiden med hopbringandet av dylika långserier, som visserligen principiellt krävas för problemets fullständiga belysning. Här liksom på så många andra områden gäller, att det bästa är det godas fiende; detta har i förbigående sagt i eminent grad sin giltighet för majoriteten av ekologiska problem. Det är tills vidare ekologiens lott att treva sig fram och nöja sig med halv visshet eller ännu mindre.

Efter denna lilla utvikning må påpekas, att å andra sidan det ej är omöjligt, att genomsnittsvärdena av syre- och kolsyrehalt i marken kunna tjäna som ett gott mått på sannolikheten av en sekundär skadlig inverkan av dålig markluftning genom bildning av giftämnen (jfr ovan avd. III). Hur som helst, metoden med stickprov under vegetationsperioden är den, som jag vid mina undersökningar använt. Därvid har jag emellertid gjort så, att de mest intressanta punkterna besökts flera gånger, om möjligt under olika tider av sommaren. Den period, som undersökningarna omfatta, är början av juni till september.

Kap. 12. Apparatur och metodik.

Vid förut utförda markluftsundersökningar ha de mest olika metoder kommit till användning såväl i fråga om sättet att hämta luftproven som för deras analys. Vid de äldsta undersökningarna användes för provtagningen på förhand i jorden nedgrävda rör, genom vilka stora luftmängder aspirerades genom barytvatten för bestämning av kolsyrehalten. Syrgashalten bestämdes eventuellt i ett särskilt prov genom absorption med pyrogallol (Boussingault & Lévy; Fodor) eller explosion med vätgas (Fleck) i ett eudiometerrör. Senare forskare ha i allmänhet (så Schlösing, Mangin, Lau, Russell & Appleyard) använt något slag av jordsonder med luftkanal för provtagningen för att kunna utan alltför stor tidsutdräkt ta prov på många olika punkter och framför allt för att slippa uppgrävningen av jorden, som ju alldeles stör de naturliga förhållandena. Vidare har man strävat efter att minska den för bestämning nödvändiga provvolymen. Av de använda apparaturerna synas Schlösings och Laus vara de bästa och elegantaste. Den förra var emellertid endast avsedd för kolsyrebestämning och den senare är alltför tung och klumpig för ekologiska fältstudier.

En användbar apparatur måste uppfylla följande villkor: 1. att vara lätt transportabel, 2. att medge bestämning av såväl syre som kolsyra, 3. att ge garantier för att det tagna luftprovet verkligen är jordluft, härstammande från det avsedda djupet.

Vidare visade det sig under undersökningens gång nödvändigt, att apparaten medgav analys av mycket små luftprov. Även om marken ej är mättad med vatten, kommer nämligen vid provtagningen stora mängder vatten med, och i de marker, där analyssiffrorna voro av särskilt intresse, var det endast helt små luftmängder som kunde uppsamlas. Denna synpunkt inverkade ej på valet av analysapparat, men framför allt för den sakens skull visade sig valet lyckligt. Däremot var det från början klart, att det i vilket fall som helst är fördelaktigt att kunna reda sig med små luftprov. Därigenom minskas nämligen utsikterna att få med luft, som ej härstammar från det avsedda djupet.

Analysapparat, fellatitud. Den analysapparat som användes var Kroghs mikroanlysapparat (Krogh 1908, 1915, 1920), vilken förut med gott resultat använts för fältbruk av Ege (1915), Gaarder & Hagem (1921) och även av Krogh själv.

Apparaten (fig. 9 A, till höger) består väsentligen helt enkelt av ett kapillärt glasrör med millimeterdelning och i nedre ändan uppblåst till en samlingstratt av större (c:a 5 mm) diameter. Apparatens konstruktion grundar sig på ett lika enkelt som sinnrikt användande av ytspän-

ningsförhållandena, som möjliggör utförandet av kolsyre- och syreabsorptionen i samma rör i vilket avläsningarna ske utan att mätkapillären nedsmutsas av reagenserna. En ingående beskrivning är här så mycket mindre på sin plats som en uttömmande redogörelse för både konstruktionen och handhavandet av apparaten finnes i de citerade uppsatsernaav KROGH.

KROGHS apparat har för det avsedda ändamålet tre givna fördelar. För det första medger den analys av mycket små gasmängder (några mm^3). För det andra är den liten och lättransportabel, och de tillbehör som krävas för uppsugning och förvaring av gasproven bli också små därför att så små gasmängder behövas för analysen. Vidare är apparaten ej komplicerad och kommer ej så lätt som en vanlig gasanalysapparat i olag. Analyserna gå relativt fort. Med hänsyn därtill, att man städse bör göra dubbelbestämningar, är apparaten visserligen knappast tidsbesparande i jämförelse med en mindre HALDANE-LILJESTRAND-apparat. KROGH uppger, att en enkelanalys tar 5 minuter. Själv har jag ej kommit ned längre än till ungefär dubbla denna tid, detta vid arbete i sträck inomhus. Däri är dock inräknat den tid som kräves för införandet av provet, ombyte av recipient (se nedan) o. s. v. Vid utförandet av analyserna ute på marken måste till den tid, som själva analysen tar, läggas en oberäknelig tid för diverse andra manipulationer.

Fördelarna med KROGHS apparat måste å andra sidan köpas med en del olägenheter. Noggrannheten av analyserna är ej stor. Storleken av de tillfälliga felen uppges av KROGH (1920 p. 185) under förutsättning av noggrant arbete och absolut ren kapillär till $\pm$ 0,1 % för syre, $\pm$ 0,2 % för kolsyra, allt i % av totalvolymen. En serie bestämningar av atmosfärisk luft (inomhus) gav mig liknande siffror:

Tab. XI. Analyser av atmosfärisk luft.
Tab. XI. Analysen von atmosphärischer Luft.
Experimentalfältet 2. X och 4. X 1920.

N:o.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO_2, %	0,09	0,09	0,09	0,03	— 0,03	— 0,08	— 0,02	0,00	0,00	0,00
O_2, %	20,98	20,82	20,89	20,95	20,89	20,89	20,89	21,09	20,98	20,97

Härur följande standardavvikelser samt medeltal med medelfel, allt i volymprocent av totalvolymen:

Daraus folgende Standardabweichungen und Mittel mit mittlerem Fehler; alles in Volumenprozenten des Totalvolumens:

$$\left.\begin{matrix}\text{För}\\ \text{Für}\end{matrix}\right\} CO_2 : \sigma = 0{,}05;\ M = 0{,}02 \pm 0{,}02.$$

$$\left.\begin{matrix}\text{För}\\ \text{Für}\end{matrix}\right\} O_2 : \sigma = 0{,}08;\ M = 20{,}94 \pm 0{,}03.$$

Förutom de tillfälliga felen måste man emellertid räkna med ett systematiskt fel för kolsyran, vilket kan uppnå betydligt större belopp. Det uppgår i genomsnitt till 20 % av den förefintliga kolsyremängden (KROGH 1920 p. 185). Med en kolsyrehalt av 5 % skulle man alltså ha att räkna med ett systematiskt fel av 1 % av totalvolymen. Detta är ett allvarligt fel. SCHMIT-JENSEN (1920) har konstruerat en modifikation av KROGHS apparat, som endast har ett systematiskt fel av 1 % i kolsyran. Det stora systematiska felet med KROGHS originalapparat beror på att provet analyseras över — visserligen surgjort — vatten. SCHMIT-JENSEN ersatte vattnet med en blandning av glycerin och saltlösning och nedbragte så felet högst avsevärt. På grund av den använda vätskans stora viskositet måste emellertid då även apparaten ändras, kapillären tas vidare och blåsan skruvas upp i röret med ett urverk. Detta senare komplicerar apparaturen avsevärt och gör den mindre angenäm för fältbruk. Att införa provet i kapillären genom kvicksilver i stället för surgjort vatten minskar felet, men ställer sig ytterst besvärligt. Glycerinfyllning av nedre delen av apparaten gav mig inga goda resultat. För att i möjligaste mån utan komplicerande anordningar nedbringa felet i kolsyran använde jag alltid, så snart luftkvantiteten räckte till, så stora luftblåsor som möjligt. Redan detta minskar felet till ungefär hälften, alltså omkring 10 % av kolsyran. Jag hade vidare från början tänkt att korrigera för det systematiska felet med hjälp av en korrektionstabell, uppgjord med stöd av en serie analyser av luftblandningar med känd kolsyrehalt av olika storlek, och under användning av en blåsstorlek motsvarande den jag i regel använt. Emellertid har jag avstått därifrån av följande skäl. Som framgår av tabell XIII (p. [184] ff.) håller sig kolsyrehalten hos de allra flesta analyserade luftprov under 1 %. Även om man här räknar med ett så högt fel som 20 % av kolsyran, blir felet alltså endast 0,2 % av totalvolymen, d. v. s. ej mer än det tillfälliga felet. Avsevärt högre kolsyrehalter träffas endast i prov, där vatten, i de flesta fall rikligt, kom med provet (se anmärkningarna i tab. XIII). I de fall, där det sista var händelsen, spolades emellertid före införandet av luftblåsan Krogh-apparatens samlingstratt full med detta vatten, alltså en vätska, som stod i jämvikt med gasprovet. Under dessa omständigheter försvinner det systematiska felet så gott som fullständigt (se KROGH 1920 p. 185—186). Att korrigera dessa analyser på antytt sätt skulle alltså vara rentav felaktigt.

En olägenhet hos KROGHS apparat är den, att det är så ytterst nödvändigt att kapillären är fullt ren. Är så ej fallet, bli de tillfälliga felen i analyserna mycket stora och fullständigt oberäkneliga. Denna omständighet vållade ibland under fältarbetet mycken förargelse och stor

tidsförlust. De 100 första proven analyserades ute på den fläck där de togos, med hela apparaturen stående på marken. Under sådana omständigheter händer det lätt, att man darrar något på handen i ett olämpligt ögonblick, så att kalilut eller pyrogallol kommer in i kapillären. Analysen är då förlorad, men ej nog därmed, kapillären är även oduglig för vidare användning innan den grundligt rengjorts. Kromsvavelsyra måste därför alltid finnas till hands och rengöringen av kapillären utan tillgång till laboratorium med vattensug är ändå rätt besvärlig. Som sug användes den lilla kvicksilvergasometer, som tjänade till uppsugning av luftproven och som alltså dess bättre alltid fanns till hands. Förutom av reagensen kan kapillären smutsas ned av små humus- och andra partiklar som komma med vattnet ur jorden. Ej heller denna vätska tillåtes visserligen komma längre in i kapillären än omkring 1 mm, men det tycks som små partiklar kapillärt kunde sugas in i röret och sedan nästa gång skjutsas uppåt med luftblåsan.

Mikroanalysapparaten är alltså rätt kinkig vid användningen, och det värsta är att man så lätt kan göra ett fel som man på grund av kapillärens ringa diameter (0,25 mm) ej upptäcker. Man måste därför alltid göra dubbelanalyser för att kunna vara säker på värdena. Så har jag även nästan undantagslöst arbetat. Där så på grund av den ringa volymen av provet eller i något enstaka fall på grund av brådska ej varit fallet, framgår detta av tabellen. I kolumnen »antagna värden» är resultatet i sådant fall ej angivet med decimaler.

Detta om analysapparaten och arbetet därmed. Förutom av analysapparaten bestod apparaturen av jordsonder av något olika utförande, suganordningar för uppsugning av proven ur jorden och kärl för deras förvaring till analysen.

Provens uppsugning och förvaring. I början analyserades som nämnt proven på platsen omedelbart efter provtagningen, och inga särskilda anordningar behövdes för provens förvaring. Hela apparaturen så när som på jordsonderna var inbyggd i ett portativt litet skåp, som visas i hopfällt och uppfällt skick å fig. 7 och 8. Skåpet, som hopfällt har dimensionerna $10 \times 24 \times 40$ cm, inrymmer (se fig. 9 A): 1. en liten kvicksilvergasometer, bestående av en tvåvägskran med ansmält behållare om c:a 6 cm^3 rymd samt ett med denna med en gummislang förbundet ungefär lika stort nivåkärl med kvicksilver; 2. en liten vanna, som utgöres av en s. k. embryoskål av glas och vilken är fäst på änden av en liten styrstång så att den lätt kan röras upp och ned; i vanliga fall hålles den i sitt högsta läge av en spiralfjäder, men kan med en enkel anordning fästas i det nedersta läget; 3. analysapparaten, som är vridbar kring en vågrät axel och med en skruv kan fixeras i varje önskat

Fig. 7. Apparatskåpet hopfällt.
Apparatenschrank, zusammengeklappt.

vinkelläge; 4. reagensflaskor och annat tillbehör. Gasometern tjänar till uppsugning av luftproven ur jorden, vannan tjänstgör som vattenlås vid överföringen av den del av provet, som skall analyseras, till analysapparaten.

Sedermera befanns det opraktiskt att analysera proven i skogen, och jag övergick till en anordning som den av SCHMIT-JENSEN (1920) beskrivna. Proven uppsamlades alltså och förvarades till analysen, instängda över kvicksilver i små recipienter av 2 cm^3 volym, bestående av vinkelböjda glasrör (jfr fig. 10). På så sätt kunde först provtagningen i skogen och sedan analyserna utföras i sträck, vilket medförde stor tidsbesparing. Vidare kunde analyserna utföras i lugn och ro inomhus, vilket även var en stor fördel. Samtidigt slopades den förut beskrivna gasometern, och i stället användes en anordning som visas å fig. 10. Den har den fördelen, att den i stället för glaskran har två kvicksilverventiler och därför ej är så känslig för förorening med sandpartiklar o. dyl. som alltid komma med vattnet ur jorden, såsnart det ej kommer enbart luft vid sugningen.

Förvaring av gasproven före analysen medför naturligtvis den risken, att deras sammansättning förändras. Tätningen och kvicksilverytans inflytande har undersökts av SCHMIT-JENSEN för den ifrågavarande modellen av recipienter, med tillfredsställande resultat. Vid mina bestämningar tillkom ibland en annan sak, nämligen att proven ej enbart bestodo av luft utan av luft i blandning med vatten; i extrema fall var röret mest fyllt av vatten endast med en liten luftblåsa. Detta vatten var visserligen sådant, som nere i jorden stått i jämvikt med luftprovet. Emellertid kunde ju detta vatten innehålla bakterier, humusämnen etc. och man kan därför tänka sig en syreförbrukning och kolsyreutveckling i vattnet, som ändrar sammansättningen på luftprovet under förvaringen. För att mota denna felkälla iakttogs endast det, att analysera våta

Fig. 8. Apparatskåpet i bruk.
Apparatenschrank, gebrauchsfertig.

prov så snart som möjligt; för varje prov är i tab. XIII angivet det antal dagar, som förflöt mellan provtagning och analys.

För tillslutningen av recipienterna använde jag ej som SCHMIT-JENSEN klämmare, utan helt enkelt små proppar av rundsmält glasstav, som stuckos in i kapillärslangarna så som visat i fig. 10. Vid isättningen av glasstavarna tillsågs att slangbiten var fylld ända ut med kvicksilver; för säkerhets skull spilldes alltid något kvicksilver. Före isättningen av den sista av de två propparna åstadkoms ett övertryck i recipienten. När analysen skulle ske, ersattes proppen vid den korta skänkeln med ett kapillärt munstycke liknande det som hänger ned i vannan fig. 9 A, och i stället för proppen vid den långa skänkeln insattes munstycket till nivåkärlet fig. 10. Då alla dimensioner voro kapillära, undanträng-

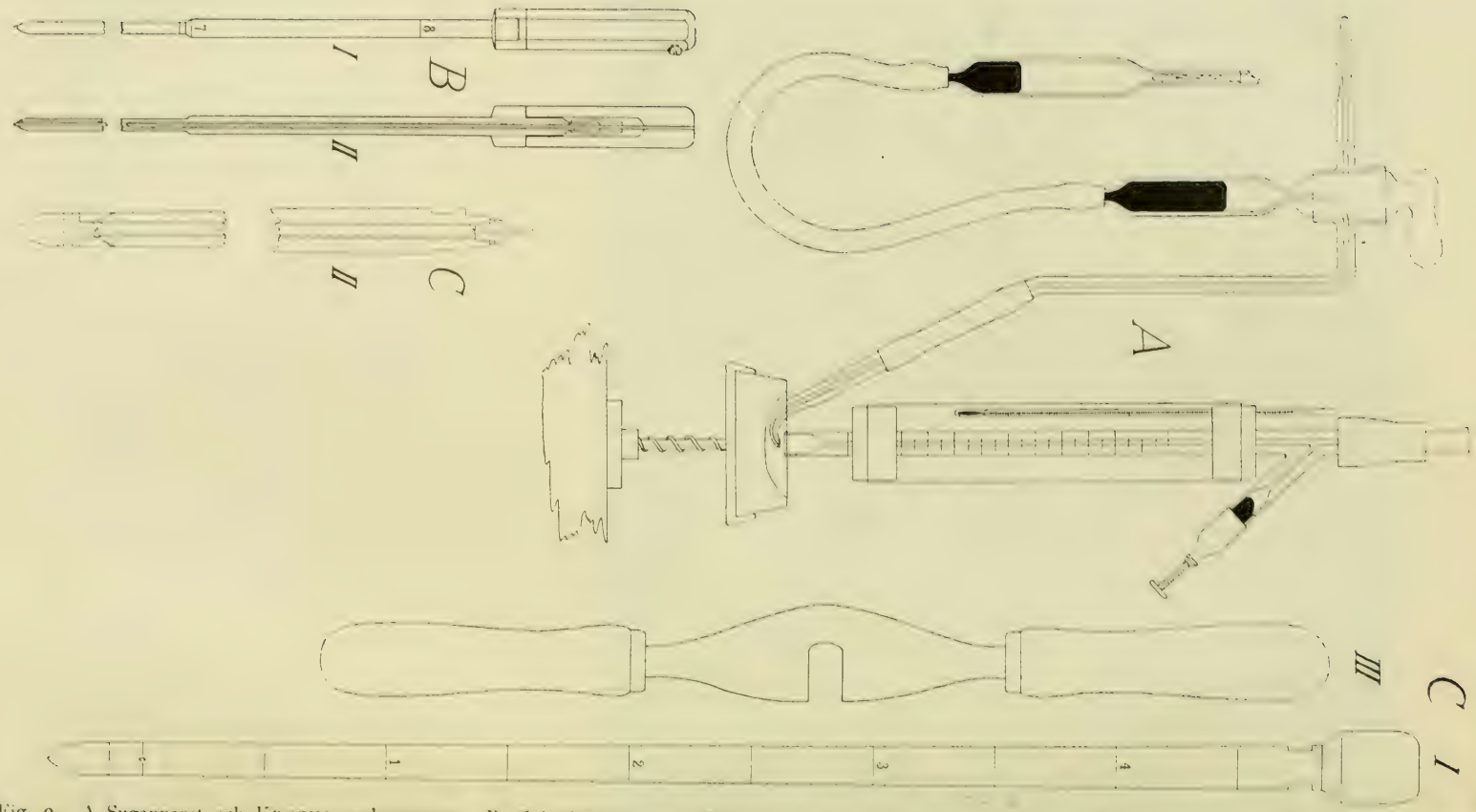


Fig. 9. A Sugapparat och KROGHS analysapparat. B, C jordsonder. A Saugapparat und Analysapparat (KROGHS Mikrogasanalysapparat). B, C Erdsonden

des all främmande gas i kanalerna lätt och säkert av kvicksilvret. Hela anordningen visade sig bra och behaglig att arbeta med.

Jordsonder. Luftproven upphämtades alltid ur jorden genom jordsonder med fin kanal. Tre olika modeller användes, av vilka två visas å fig. 9 B och C. Den tredje bestod helt enkelt av en bit mässingsrör av 2 mm inre diameter med en däri passande stålnål. Den visas i an-

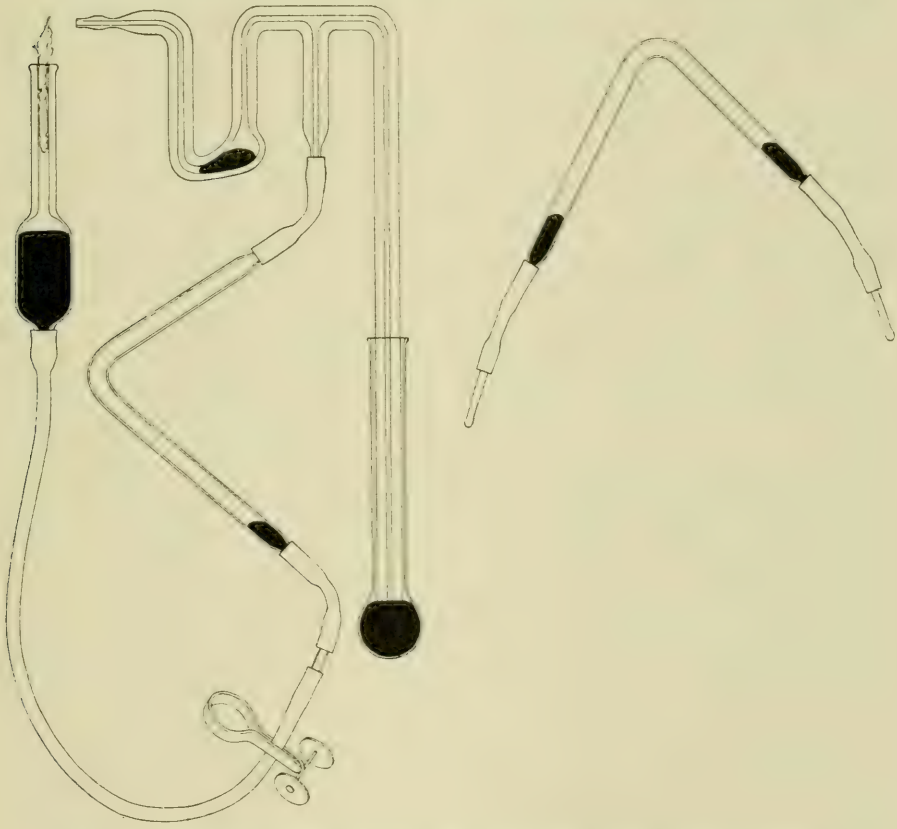


Fig. 10. Sugapparat, senare modell, med recipienter enligt SCHMIT-JENSEN.
Saugapparat, späteres Modell, mit Rezipienten nach SCHMIT-JENSEN.

vändning fig. 8 och synes fastsittande å analysskåpet fig. 7. (I fig. 8 synes stålnålen nedstucken i jorden till vänster om sonden). När det gällde att komma ned i svårare mark, t. ex. hård morän, användes den starka stålsonden, fig. 9 C. Den är gjord av ett gevärspipämne, avsvarvat utvändigt så att det småningom avsmalnar från 18 till 13 mm, och vari i nedre änden är ingängad en massiv stålspets med form som en spetskula. Strax ovan stålspetsen äro på samma höjd 4 stycken 0,75

mm hål borrade i sned riktning tvärs igenom godset i pipan. Loppet är så när som på en kanal av c:a 1 mm² tvärsnitt utfyllt av ett stycke mässingsbult. I övre änden är ingängat ett slangmunstycke av mässing, som tätar mot pipkanten medels en gastät packning av vulkanfiber, indränkt med vaselin. Till apparaten hör ytterligare en hatt av stål att slå på och en kraftig nyckel för att dra upp sonden ur jorden. Sommaren 1921 användes uteslutande den sond som visas fig. 9 B. Denna är av mässing, längre och smidigare, och med central 1,5 mm stålnål som drages ut efter neddrivningen. Denna sond visade sig trots sin vekhet ha en förvånande förmåga att tränga ned även i morän. Dess böjlighet gör, att den slinter åt sidan på stenar, som den ej träffar alldeles vinkelrätt, och sedan fortsätter nedåt. Den drevs i likhet med den andra mässingssonden ned genom kraftig tryckning under någon vridning. Men sedan den kommit ned tillräckligt långt, så att den stöddes från sidorna av moränen, kunde den om behövligt liksom stålsonden bultas ned ytterligare med en träklubba. En vid denna sond vidtagen förbättring, som dock ej torde vara av stor betydelse, är att stålnålen löper i och tätar mot en liten bit gummislang (vaselin eller glycerin!), så att det ej ett ögonblick är öppen förbindelse mellan den yttre luften genom kanalen i sonden och ned i jorden. Vid de andra sonderna är kanalen ett ögonblick efter neddrivningen öppen och tillslutes först genom påsättningen av gummislangen, som går till sugapparaten. Emellertid har jag aldrig kunnat konstatera några tryckskillnader (jag har prövat saken genom att applicera en liten hinna av saliv som man brukar göra för att pröva cykelventiler). Den möjliga felkälla, som möjligheten av nedträngande av yttre luft vid undertryck i jorden ju likväl utgör är i varje fall utesluten vid alla 1921 utförda analyser, d. v. alla prov med högre ordningsnummer än 59.

Aspirerade mängder. Vid provtagningen sköljdes städse apparaterna med omkring 5 gånger den sammanlagda luftvolymen i sonden, gummislangen och sugapparatens kanaler. Sammanlagda aspirerade volymen uppgick därför trots det så små luftmängder behövas för analys till omkring 8 cm³. Detta är likväl en mycket liten volym jämfört med den som vid åtskilliga andra liknande undersökningar använts, vilket som redan ovan antytt är en styrka i metodiken. Volymen av den aspirerade luften inverkar nämligen på den säkerhet, med vilken man kan antaga, att luftprovet verkligen är markluft från det avsedda djupet. Vi komma därmed över till en diskussion av denna mycket viktiga sak.

Tätningsförsök. Betydligt grövre fel än analysfelen kunna tänkas uppkomma därigenom att det tagna luftprovet ej är ren och oblandad

jordluft från det avsedda djupet. ALBERT finner det svårt att konstruera provtagningsborret så att man kan vara säker att ej atmosfärisk luft vid sugningen tränger ner mellan borret och jorden, kommer med i provet och förrycker resultatet. LAU använde för att vara säker en tätningsanordning, bestående av en glasplatta, genomborrad av ett hål med en gummipropp, vilken tätade mot jordsonden. Jag arbetade i början liksom LAU med tätning kring sonden, vilken åstadkoms helt enkelt så att jag drev ner denna genom en tunn lergröt av lämplig konsistens. Senare fann jag att denna tätning var fullständigt onödig.

På professor HESSELMANS förslag undersökte jag nämligen tätningen under olika förhållanden på följande sätt. En rymlig tom konservburk av plåt utan lock trycktes under vridning mot marken med öppningen nedåt så att kanten skar ned något och tätade mot jorden. Därefter nedstacks jordsonden genom ett motsvarande hål i burkens botten och neddrevs i jorden till ett visst djup. Inuti burken utvecklades därpå svavelväte medels svaveljärn och syra. Sedan gasutvecklingen pågått en stund aspirerades genom borret på vanligt sätt markluft, vilken prövades på svavelväte därigenom att den fick stryka i långsam ström genom ett rör med i blyättika dränkt filtrerpapper. Resultatet meddelas i tab. XII (se nästa sida).

Det enda fall då svärtning inträdde var vid sugning i själva mosslagret i en svällande *Sphagnum-Russowii*-tuva, som var så lös, att stålsonden knappt kunde fås att stå upprätt utan stöd. Dock inträdde ej heller här den ringaste svärtning vid sugning av 60 cc med gasometern, utan först då jag, förvånad över detta resultat, fortsatte sugningen med munnen. Sedan jag på detta sätt sugit ett par fulla andetag (alltså några liter) började gasen lukta H_2S, röret med blyättikpapper kopplades ånyo till och visade nu ögonblicklig svärtning.

Detta resultat visar på ett slående sätt nyttan av att ta små luftprov för att vara säker att få oblandad jordluft från det avsedda djupet, men det framgår även med full tydlighet att ingen fara för läckning uppifrån med den av mig använda enkla apparaturen föreligger, om detta försiktighetsmått iakttages, detta även utan särskilda tätningsanordningar. Detta resultat överensstämmer med SCHLÖSINGS, MANGINS och RUSSELLS & APPLEYARDS erfarenheter; dessa ha även använt relativt små provvolymer.

Definition av djupet. Emellertid kan man ej utan vidare av de anförda försöken sluta, att man tryggt kan gå upp till så stora provvolymer som 60 cc. Man måste nämligen ej blott undvika inblandning av atmosfärisk luft uppifrån, utan även se till att man ej får med jordluft från andra djup än det avsedda. 60 cc jordluft motsvarar med 10

Tab. XII. **Tätningsförsök med svavelväte.**
Dichtigkeitsprüfung mit H_2S.

Mark Boden	Djup Tiefe cm	Anmärkningar Bemerkungen	Aspirerad luftmängd Aspirierte Luftmenge cm^3	Resultat
Råhumus på morän Rohhumus auf Moräne	45	stålsonden, lertätning Stahlbohrer, Lehmdichtung	60	Ingen svärtning Keine Schwärzung
» » »	25	» ingen tätning keine Dichtung	60	» »
Gräs på älvsand Gras auf Alluvialsand	10	» » »	50	» »
» » »	10	enkla mässingsr. » » Messingröhre	60	» »
Naken älvsand (åker) Nackter Alluvialsand (Acker)	10	» » »	60	» »
» » »	10	stålsonden » » Stahlbohrer	60	» »
Russowii-tuva *Russowii*-Polster	10	» » »	60	» »
»	10	enkla mässingsr. » » Messingröhre	60	» »
»	10	» » »	∞*	Svärtning Schwärzung
Hagmark på lera Trift auf Lehmboden	10	» » »	0	—**
» » »	10	stålsonden » »	0	—**

% luftrum i marken en jordvolym av 600 cc motsvarande en sfär med 10,5 cm diameter. Om man i en jord med 10 % luftrum tar ett prov om 60 cc på 10 cm djup, kan man alltså vänta att detta prov härstammar från alla möjliga djup mellan ungefär 4,5 och 15 cm.

Men andra ord, de till bestämningarna hörande djupsiffrorna äro belastade med ett fel, som blir större ju större den aspirerade luftmängden är. För att uppskatta storleken av detta fel i mina bestämningar är det rimligare att räkna med 25 % lufthalt i jorden (genomsnittssiffra ur HESSELMANS undersökningar för samma mark där de flesta av mina bestämningar utförts) och man kommer då till värdet 2 cm för radien av en sfärisk jordvolym som innehåller 8 cc jordluft, det vill säga efter alla i det följande angivna djupsiffror borde rätteligen tilläggas: $\pm$ 2 cm.

Jag anser detta fel av resonnabel storlek. För att nedbringa det till

* Nach Saugung von 60 cc mittels des Gasometers wurde eine reichliche Menge mit dem Munde gesaugt.

** Ingen luft kunde aspireras.
Unmöglich Luft zu saugen.

hälften hade tydligen krävts att man kunnat reda sig med endast en åttondel av den nyssnämnda luftvolymen, d. v. s. inalles 1 cc. Detta hade måhända låtit sig göra om man tagit luftkanalerna i sonderna, gasometern och den dem förbindande gummislangen ännu betydligt mycket trängre, men vinsten hade absolut ej uppvägt de ökade svårigheterna vid handhavandet av en dylik apparat. Framförallt står noggrannheten i definitionen av djupet vid den av mig använda provvolymen i en rationell proportion till analysmetodens noggrannhet, vilket däremot knappt torde kunna sägas om t. ex. ALBERTS undersökningar, för att ej tala om de tidigare undersökningarna med aspiration av många liter luft genom Pettenkofer-rör. ALBERT använde för en bestämning »im mindesten» 500 cc luft, som skulle härstamma från 30 cm djup, men med 25 % luft i jorden blir djupet definierat endast med en noggrannhet av ± 8 cm. I detta prov bestämdes sedan kolsyran, vill det synas, med 0,01 % noggrannhet. Om den insugna luften verkligen, som vi antagit, härstammade från en alldeles sfärisk jordvolym med centrum precis vid borrets insugningsöppning och om dessutom kolsyrehalten stiger lineärt mot djupet, skulle resultatet visserligen lika väl bli felfritt. Men intetdera är antagligen händelsen, d. v. s. ej strikt. Framförallt förefaller det troligt att den tillströmmande luften till en större procent härstammar ifrån ytligare än från djupare jordlager, räknat från det djup dit borret neddrivits. Kolsyrehalten var i ALBERTS försök omkring 0,3 % på 30 cm djup. Om vi anta att den avtar lineärt mot ytan betyder detta en ändring av ungefär 0,01 volymprocent pr cm. Medeldjupet av den jordvolym som levererat luftprovet bör alltså definieras med en noggrannhet av 1 cm för att motsvara en noggrannhet i analyserna av ± 0,01 %. Det förefaller osannolikt att de positiva och negativa felen ta ut varandra i den grad att man kan räkna på den förstnämnda noggrannheten i ALBERTS bestämningar. ALBERT resonerar som så: även om vid sugningen luft uppifrån, t. o. m. atmosfärisk luft, passerat tvärs genom jorden och skulle komma med i provet, så gör detta ingenting, enär därigenom då blott vore bevisat vad som skulle bevisas, nämligen att jorden är tillräckligt genomtränglig för luft. Detta resonnemang måste anses förfelat ur flere synpunkter. För det första gäller det ju en ekologisk undersökning, man vill alltså veta jordluftens sammansättning på ett visst djup under naturliga förhållanden och ej medan en forskare håller på att ventilera jorden genom sugning med en gasometer. För det andra sker antagligen som vi ovan sett det naturliga gasutbytet huvudsakligen genom diffusion och ej genom genomblåsning, och permeabiliteten under inflytande av tryckskillnader är därför ej det som intresserar mest.

Svårigheter vid provtagningen. Uppsugningen ur jorden av proven gick i ej allt för vattenrik mark utan svårigheter, om man undantar lermarker (se nedan). I våta marker däremot var provtagningen ytterst besvärlig. Så snart det kommer vatten vid sugningen, följer nämligen nästan alltid en del sandpartiklar o. dyl. med, som lätt stoppa till kanalerna i sonden och sugapparaten. I våt morän är provtagningen av denna anledning mycket tidsödande. Rengöringen av sonden, sedan den tillstoppats med sandpartiklar, krävde ofta timslångt arbete.

I marker med kompakt sprickfri lera yppar sig en annan svårighet, nämligen att ingenting kommer, varken vatten eller luft, även vid den starkaste sugning (omkring 200 mm kvicksilver), som kunde åstadkommas med sugapparaten (jfr nöt p. [116] och anmärkningarna i tab. XIII K—L p. [197]). Mina analyser lämna därför ingen upplysning om sammansättningen av luften i marker med kompakt lera.

Analyssiffrornas betydelse. Alla siffror betyda volymprocent av torr luft. Om temperaturen ej ändras under analysen, behöver man ej införa någon korrektion för att procentsiffrorna skola få denna betydelse, trots det analyserna gälla fuktighetsmättad luft, ty korrektionen skulle ingå som faktor i både nämnare och täljare och förkortas bort. Den omständigheten, att luften analyseras fuktig, inverkar blott så, att man måste göra temperaturkorrektionen något annan än den eljest skulle varit.

Kap. 13. Analysresultat. Allmänna drag hos variationen.

Resultaten av mina bestämningar äro sammanställda i tabell XIII (i tabellbilagan i slutet av avhandlingen). Analyserna avse sammanlagt 247 luftprov, de flesta från skogsmarker av olika slag, några få från andra marker till jämförelse. Tabellen är indelad i underavdelningar efter olika marktyper, och avdelningarna för överskådlighetens skull försedda med kraftiga rubriker. I tabellen upptagas dels originalvärdena, dels »antagna värden», som i regel äro medeltal av två eller flera enkelanalyser. Hur de bildats framgår i varje särskilt fall av tabellen, då ju originalvärdena äro meddelade. Analyser, med vilka uppenbart någon olyckshändelse inträffat, äro naturligtvis ej medtagna; dessutom äro några analyser kasserade, som givit ett från två andra samstämmande analyser av samma prov så avvikande värde, att de måste anses som förolyckade, ehuru någon olyckshändelse ej direkt iakttagits under analysens gång. Vid begagnande av en apparat, som har de egenheter som den Kroghska, är det berättigat att göra så (se Krogh 1915).

I tabellen meddelas vidare datum och plats för insamlingen av provet, det djup från vilket provet härstammar, anmärkningar framförallt rörande iakttagelser om vattenhalten i jorden samt nederbördssiffror för föregående 1 och 2 veckor.

Beträffande insamlingsställe för proven meddelas i tabellen av utrymmesskäl endast en summarisk uppgift; i stället återfinnas detaljerade lokalbeskrivningar i avd. V, till vilka i varje enskilt fall en siffra i tabellen hänvisar. Över en lokal, ett område å Kulbäcksslidens försöksfält, från vilket en rad prov härstamma, meddelas en karta (fig. 11), som även återfinnes i avd. V (p. [164]).

Nederbördssiffrorna äro för lokalerna å Kulbäcksliden och trakten däromkring (krp. Gransjöberget, krp. Åheden) hämtade från observationerna vid Kulbäcksslidens by; för Roklidens försöksfällt, tallheden vid Fagerheden och Långträsk från observationer vid Fagerhedens by; för lokalerna å krp. Vallåsen å Hallandsås har jag använt medeltal av siffrorna från Båstad och Knäred; för Hallands Väderö siffrorna från fyrstationen därstädes; för Dalby och Övedskloster Lundasiffrorna. Alla dessa uppgifter äro dessutom överskådligt framställda i tab. XIV jämte månadssummorna av nederbörd för sommarhalvåret för stationerna Fagerheden, Kulbäcksliden, Lund och Halmstad. I denna tabell meddelas vidare helt summariskt värmeförhållandena för de dagar, då prov togos, i form av differensen i hela Celsiusgrader mellan ifrågavarande dags medeltemperatur och normaltemperaturen. De härför använda stationerna äro Stensele för de norrländska och Halmstad för de sydsvenska lokalerna.

Med nederbörden för den eller de två föregående veckorna menas summan av 7 resp. 14 dagars nederbörd, av vilka den sista dagen är den som föregår provtagningsdagen. Värdena representera alltså observationerna från 7 resp. 14 dagar i följd, till och med observationen kl. 8 f. m. den dag då proven togos.

I nästa kapitel skall redogöras grupp för grupp för analyssiffrorna med samma indelning i grupper som i tabell XIII. Före granskningen av värdena med hänsyn till olikheterna mellan olika slags marker är det dock lämpligt att diskutera variationen med olika väderlek och med olika djup.

Variation med olika väderlek. Om man granskar siffrorna under A i tabell XIII, skall man finna, att av de 1920 tagna proven (provnummer under 60) inga visa lägre syrehalt än omkring 20 % eller en kolsyrehalt som uppnår 1 %. Går man däremot till siffrorna för 1921, skall man bland siffror som hänföra sig till alldeles samma lokal som proven 40—41 och 51—54 från 1920 (området närmast kojan å Kulbäcksslidens försöksfält, jfr kartan fig. 11) finna värden ned till omkring 16 % syre och upp till $1^1/_2$ % kolsyra (prov 117—119). Det sista

provet, 119, härstammar visserligen från ett 15 cm större djup än det djupast tagna från 1920, men även om vi utesluta detta, så är provet 118 kvar med 17 % syre och 1½ % kolsyra.

Om vi jämföra värdena inom den från samma fläck härstammande provserien 12, 17, 18, 33 (tabell XIII B) med varandra, finna vi, att från den 19. till 20. augusti syrehalten ökat från 16 till 18 % och kolsyrehalten minskat från 1½ till 1 % (prov 12 och 17, bägge från samma djup). Till den 30. augusti synes syrehalten ytterligare ha ökat med 1 %, dock härstammar provet 33 från ett 5 cm mindre djup.

Jämför man det tyvärr enstaka provet 59 från 30 cm djup (tabell XIII B) med de från samma lokal och mindre eller samma djup härstammande proven 183, 185, 187, 189—191, så skall man finna, att de senare genomgående visa lägre syrehalt och större (i ett fall samma) kolsyrehalt.

Går man slutligen till värdena grupp F i tabell XIII, så finner man där i början en serie analyser från samma lokal, en liten ljunghedsbacke invid en mosse å krp. Vallåsen Analyserna avse dels prov, som tagits på försommaren, i början av juni, dels höstprov, tagna i september månad, å samma fläckar. Vårproven (nr 60, 61, 75, 62, 63, 74) innehöllo som synes genomgående betydligt mer syre och mindre kolsyra än höstproven (nr 235, 236, 237). Av de förra har endast ett, nr 62, visat en avsevärd syrebrist och hög kolsyrehalt (14 % syre och 4 % kolsyra); detta prov härstammar från ett större djup än något av de andra, nämligen 75 cm. Bortser man från detta prov och jämför de övriga, finner man att i juni på djup intill 60 cm ingenstädes påträffades en lägre syrehalt än 18 % eller en högre kolsyrehalt än 2 %, medan på hösten på 30 cm djup den högsta påträffade syrehalten var 17 % (den lägsta 4 %) och den lägsta påträffade kolsyrehalten över 2 % (den högsta 5 %). Skillnaden är alltså högst påtaglig.

Flere exempel på dylika variationer kunna utläsas ur tabellen, men det anförda må vara nog. Vad är då orsaken till dessa variationer? Beträffande det första och andra av de anförda exemplen, från torrmarken vid kojan å Kulbäcksliden och från liden vid Fagerheden, kunde man tänka på olikheter i temperatur. Proven 1920, som visade högre syrehalt och lägre kolsyrehalt, togos något senare på hösten. Beträffande det hastiga sjunkandet av syrebrist och kolsyrehalt i serien prov 12 etc. och stegringen från vår- till höstvärdena å den anförda ljunghedslokalen å Vallåsen går däremot ej denna förklaring. Temperaturen var högre den 20. än den 19. aug. 1920 i Stensele. Vårproven från Vallåsen togos under en period av intensiv värme och höstproven vid en väderlek som visade ungefär normal värme för årstiden, början av september, så att de absoluta temperatursiffrorna voro större på våren än på hösten. Detta

gäller visserligen lufttemperaturen, men efter en så pass lång och intensiv värmeperiod som marken i Vallåsen varit utsatt för då proven togos i juni bör även marktemperaturen varit ganska hög.

Alla de anförda exemplen liksom de andra dylika skillnader, som kunna utläsas ur tab. XIII, förklaras i stället enkelt och enhetligt ur den olika markfuktigheten vid provtagningstillfällena. När proven å Kulbäcksliden togos 1920, var marken torrare än vid tiden för provtagningen 1921. Detta framgår redan av nederbördssiffrorna tab. XIV B, och kunde ännu tydligare direkt iakttagas (jfr anmärkningarna i tabell XIII). Samma var förhållandet i liden vid Fagerheden. Här peka visserligen ej nederbördssiffrorna entydigt i denna riktning, men som anmärkt i tab. XIII var grundvattenståndet vid provtagningen 1920 mycket lågt (mer än 1,9 m), medan 1921 marken var så vattenrik, att på flere ställen redan på 15 cm djup vatten kom med provet, eller rentav det vid sugningen kom endast vatten och ingen luft. Av tab. XIV A framgår även, att proven 1920 togos efter en regnfattig augusti, proven 1921 under en ovanligt regnrik augusti månad.

Beträffande proven från den nämnda lokalen å Vallåsen gäller samma sak, nämligen att jorden var betydligt vattenrikare vid tiden för tagningen av de senare proven. Detta framträder visserligen ej av siffrorna för den föregående veckans nederbörd, däremot i någon mån av motsvarande siffror för de föregående 2 veckorna och tydligast av den direkta iakttagelsen (se anmärkningarna i tab. XIII).

Vid en granskning av tab. XIII skall man överhuvudtaget finna, att de särskilt låga syrehalterna och höga kolsyrehalterna funnits vid tillfällen, då marken varit så vattenrik, att detta givit sig tillkänna därigenom att vätska kommit med provet vid sugningen.

Denna parallellvariation av markluftens sammansättning med markens vattenhalt står som vi erinra oss i mycket god överensstämmelse med vår utredning ovan och med föregående erfarenheter, t. ex. de kap. 8 citerade av RUSSELL & APPLEYARD (1915) och av GAARDER & HAGEM (1921).

RUSSELL & APPLEYARD funno som ovan (kap. 8) nämnt en stark korrelation mellan kolsyre- och syrehalt i markluften å ena sidan och nederbörden under 7 dagar före provsamlingen å den andra. Enligt mitt material från svenska skogsmarker synes sambandet ibland starkare med 7-dagarssiffrorna, ibland med 14-dagarssiffrorna, ibland rätt dåligt med bäggedera. Vad som alltid håller streck är sambandet med markens vattenhalt för ögonblicket på den fläck, där provet togs. Denna bestämmes uppenbarligen i vissa fall huvudsakligen av den sista veckans nederbörd, i andra mer av de sista 14 dagarnas, i åter andra av nederbörden under ännu längre perioder.

Det ur ekologisk synpunkt viktiga är att markluftens sammansättning å en viss fläck ej är konstant, utan varierande. För att bedöma analysvärdena måste man söka göra klart för sig, vad slags värden de representera, om de mest närma sig normalvärden, maximi- eller minimivärden. Den enande synpunkt vi dels ur uppgifter i litteraturen, dels som ett resultat av vår utredning kap. 7—8, dels slutligen genom granskning av analysmaterialet tab. XIII vunnit, nämligen att det är vattenhalten i jorden som det framförallt kommer an på, skall hjälpa oss vid detta bedömande. Det är t. ex. rimligt att anta, att mina siffror från norra Sverige 1921 snarast ha karaktären av maximisiffror för syrebrist och kolsyrehalt, då som synes av tab. XIV juli—september äro de regnrikaste månaderna under sommarhalvåret, vid samtidigt hög temperatur, då augusti 1921 uppvisade en nederbörd av ungefär dubbla den normala, då genom direkt iakttagelse konstaterades att marken var ovanligt vattenrik, och då slutligen av föregående erfarenheter framgår, att vintern på våra breddgrader, trots markens vattenrikedom, ej brukar uppvisa något maximum av syrebrist eller kolsyrehalt, helt visst därför att omsättningen då på grund av den låga temperaturen är så svag (jfr kap. 2). Beträffande siffrorna från ljunghedarna på Vallåsen kan detsamma ej så säkert påstås, då september månad i de ifrågavarande trakterna var torrare än normalt. Dock härstamma analyserna från tiden efter en mer än normalt regnrik augusti.

Amplituden av variationen i olika typer av skogsmark är av mina siffror att döma betydligt olika, som vi skola se i det följande av redogörelsen för de absoluta värderna under de olika grupperna.

Variation med olika djup. Vid mina undersökningar ha i allmänhet prov från olika djup tagits på varje lokal. Vid en jämförelse mellan siffrorna från olika djup finner man, att syrebristens och kolsyrehaltens ökning mot djupet i olika marker kan förlöpa väsentligt olika. Som ett exempel på den ena typen kunna följande prov tjäna:

Djup, cm	A. Mossrik granskog					D. Tallhed	F. Ljunghed	G. Kulturgranskog på ljunghed
	124—126	127—129	111—113	130—131	136—137	151—159 M	227—234 M	220—226 M
15	0,5; 0,2	0,6; 0,2	0,7; 0,3	0,6; 0,3	0,8; 0,2	0,4; 0,1	0,7; 0,3	0,8; 0,5
30	0,8; 0,3	0,8; 0,4	0,5; 0,2	— —	— —	— —	— —	— —
45	— —	— —	0,8; 0,4	— —	— —	— —	— —	— —
60	0,8; 0,4	— —	— —	— —	— —	0,4; 0,2	0,8; 0,4	1,3; 0,9
75	— —	0,7; 0,3	— —	0,9; 0,5	0,8; 0,3		— —	— —

I varje par av tal betyder det första syrebrist, det andra kolsyrehalt, bägge i volymprocent av totalvolymen. De med M utmärkta kolumnerna innehålla medeltal av flere värden å varje djup. Ett värde som avser 30 cm djup har fått komma med under rubriken 30 cm (prov 128), ett från 55 cm djup ingår i medeltalet för 60 cm (prov 223).

I andra fall kan ändringen mot djupet förete en helt annan bild:

Djup cm	B. Mossrik granskog med ekbräken	F. Ljunghed		K. Alkärr
	132—133	211—212	215—216	80—82
15	1,4; 0,8	1,8; 1,2	1,5; 1,0	0,3; 0,2
30	4,2; 1,5	— —	— —	1,3; 1,0
45	— —	— —	— —	4,6; 2,0
60	— —	12; 2	11; $^1/_2$	— —

Syrebristen och kolsyrehalten stiga således i vissa marker mot djupet med starkt avtagande hastighet. Ofta är det ingen eller ingen nämnvärd skillnad mellan syre- och kolsyrehalterna på 15 cm djup och dem på 45, 60 eller 75 cm. I andra fall däremot kan syrebristen från ett visst djup och nedåt rentav stiga hastigare än närmare ytan, vilket dock samtidigt ej behöver vara fallet med kolsyrehalten.

Den förra typen är den vanligaste och synes vara den normala för alla normalt dränerade marker. Förutom de nyss anförda exemplen visa t. ex. serierna under H i tab. XIII (råhumusbokskogar) denna typ, och vi erinra oss (kap. 2), att RUSSELL & APPLEYARD funno ett dylikt förlopp hos ändringen med djupet i åkerjord. Vi minnas även, att vi (kap. 7) med stöd av föreliggande uppgifter angående fördelningen av aktiviteten i jorden fordrade en form hos kurvorna för p_+ och p_- av denna typ för homogent lufthaltiga marker. Kurvan synes i våra skogsmarker enligt mina analyser i stort sett vara ännu mycket flackare nedom 15 cm djup än vad kurvan fig. 4 (kap. 7, Diffusion, Fall 3) visar. Detta fordrar — under förutsättning av homogen lufthalt — att aktiviteten i de ifrågavarande markerna är ännu mer koncentrerad mot ytan än enligt WAKSMANS siffror fig. 3. Nästan säkert är även så förhållandet t. ex. i de norrländska råhumusgranskogarna. Nästan all biologisk aktivitet torde vara samlad i humustäcket, där huvudparten av alla rötter förlöpa och där svampars och bakteriers verksamhet är koncentrerad, och rå humustäcket ligger där så att säga löst på blekjorden, skarpt avgränsat från denna.

Den andra typen, där alltså ändringen från ett visst djup nedåt är till och med hastigare än närmare ytan, har jag påträffat i marker, där jorden inom det undersökta djupområdet är avsevärt våtare nedåt. Att kurvan just i dylika marker är mindre flack och till och med kan kröka uppåt, står även det i full överensstämmelse med vad ovan sagts kap. 8. Kurvan måste som där framhållet i varje punkt bli så många gånger brantare, som lufthalten är nedsatt på grund av vattnet. För att kurvan — i det stationära tillståndet — mellan två olika nivåer överhuvud skall ha en lutning fordras emellertid, att aktivitet ännu härskar på större djup än den översta av dessa nivåer, alltså i de anförda exemplen under 15 resp. 30 cm. I själva verket är det just i på djupet humusrika marker som jag påträffat denna typ, i ljungmarker med långt ned smutsig blekjord och i alkärr. Det första av de anförda exemplen avser dock ej dylik mark, utan mossrik granskog, visserligen en fläck med något försumpad profil.

Nu får man ej hårdraga dylika resonemang och fordra en matematisk överensstämmelse mellan en skematisk teori och verkligheten. Man måste t. ex. tänka på, att så snart marken är så vattenhaltig, att den luft som finns där är i form av blåsor, instängda på alla håll av vatten, så bildar detta vatten med de instängda blåsorna ett system för sig, som endast ytterst långsamt sätter sig i jämvikt med markluften ovanför. Blåsornas sammansättning anger helt enkelt vattnets halt av olika gaser, och detta vatten kan t. ex. vara grundvatten, kommet från ett annat håll, och man kan därför i dylika mycket våta marker vänta det mest regellösa förlopp av syrebristens eller kolsyrehaltens förändring med djupet.

Kolsyrans förändring med djupet är i sådana marker ofta regellösare än syrets. Som av de anförda exemplen framgår, kan stundom kolsyran minska mot djupet, medan samtidigt syrebristen tilltar. Det är hela tiden fråga om våta marker, och så ligger det nära till hands att antaga, att kolsyran minskar därför att en allt större procent därav löses i det allt rikligare vattnet. En annan möjlighet är att syreförbrukningen på de större djupen till avsevärd del är en rent kemisk oxidation av humusämnena, och att därvid mindre kolsyra än vanligt bildas.

Det är klart, att man skall påträffa övergångar mellan de beskrivna två typerna, t. ex. en gång av ändringen med djupet, som närmar sig ett lineärt förlopp, Serier som visa dylika övergångsformer återfinnas under B och C i tab. XIII.

Den inbördes storleken av syrebrist och kolsyreöverskott. I tabellen är ej syrebristen uträknad, då det är en så enkel operation att subtrahera de angivna värdena från 21, att den utan vidare kan göras i huvudet. Om man jämför värdena för syrebrist och kolsyrehalt (= CO_2-

överskott, eftersom luftens ringa kolsyrehalt är betydligt mindre än felen i analyserna), skall man finna, att vid stigande syrebrist kolsyreöverskottet stiger långsammare, i vissa fall (jfr nyss anförda exempel) ej alls. Summan av syre och kolsyra är i allmänhet mindre än 21 % och underskottet är i allmänhet större, ju större syrebristen är. Sak samma har man funnit vid föregående undersökningar (jfr ovan kap. 8, Beteiligte Gase). Nu verkar det systematiska felet i kolsyrebestämningen i mina analyser därhän, att framkalla ett skenbart dylikt underskott, och ett litet underskott är därför ej säkert. Om det systematiska felet i kolsyran är — 20 % av kolsyremängden, framkallar detta följande skenbara underskott, om den sanna summan av syre och kolsyra är 18—21 %;

Vid en kolsyrehalt av:	1	2	3	4	5	vol.-%
Skenbart underskott	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	» »

Så små underskott som dessa få alltså ej anses som verkliga. Emellertid uppgå de funna underskotten som framgår av tabellen oftast, ja, så gott som genomgående, till betydligt högre belopp. Dessutom ha de största underskotten träffats i marker med rikligt vatten, där alltså analyserna (se ovan, kap. 12, analysapparat, fellatitud) i de flesta fall äro utan nämnvärt systematiskt fel.

En summa av syre- och kolsyrehalt, som uppgår till 21 %, finner man endast i enstaka analyser, och underskottet är, även där det absolut taget är litet, i regel betydligt, mellan 3 och 10 gånger så stort som det fel som man enligt ovanstående har att räkna med. Se t. ex. hela serien av analyser under A i tab. XIII.

Så snart en betydligare syrebrist förefinnes, uppgår underskottet i summan till betydande belopp. Här nedan har jag sammanfört värdena för de prov, som visat de betydligaste underskotten.

C. Hotad och försumpad granskog

Prov	$O_2 + CO_2$ vol.-%	$21 - (O_2 + CO_2)$ vol.-%
44	14,5	6,5
47	8	13
49	6	15
145	13,3	7,7
135	13,7	7,4
138	6,8	14,2
139	6,2	14,8
139a	$2^1/_2$	$18^1/_2$
140	2	19
142	4	17

F. Dålig ljunghed

Prov	$O_2 + CO_2$ vol.-%	$21 - (O_2 + CO_2)$ vol.-%
235	12,9	8,1
237	9,3	11,7
212	11	10
216	$11^1/_2$	$9^1/_2$

M. Mosse

143	14	7
146	9	12

Den minsta syrehalt som något prov visat i mina analyser är omkring $^1/_2$ % (prov 139 a), motsvarande en syrebrist av $20^1/_2$ %, men den största kolsyrehalt jag någonsin funnit uppgår ej till mer än 6 % (prov 47).

De möjliga orsakerna till att kolsyran ej följer syrebristens ökning, utan blir efter, ha vi ovan talat om (kap. 8, Beteiligte Gase, samt tidigare i detta kapitel, under Variation med djupet).

Sammanfattning. Granskningen av siffrorna med hänsyn till allmänna, d. v. s. på varje plats och i olika slags marker återkommande drag i variationen har givit till resultat, att variationen med tiden följer vattenhalten i jorden, samt att variationen med djupet i normaldränerade skogsmarker har ett förlopp vars allmänna gång överensstämmer med den ovan kap. 7 beräknade, men visar en kurva som är ännu flackare mot djupet, däremot i sådana fall, där vattenhalten från och med ett visst djup är väsentligt annorlunda än närmare ytan, kan hastigt öka nedåt. Bäggedera visar vilken stark inverkan vattenhalten i jorden har på markluftens sammansättning, och står i full överensstämmelse med den i flere föregående kapitel förda diskussionen. De siffror, som diskuterats under den sista punkten, den inbördes storleken av syrebrist och kolsyreöverskott, belysa i sin mån samma sak.

Kap. 14. Analysresultat, sammanställda för olika marker.

A. Torra råhumusgranskogar.

Denna grupp omfattar granskogar i övre Norrland, Norrbotten och Västerbotten. Gemensamt för dem alla är ett kraftigt råhumustäcke på oförsumpad mark. De flesta proven härstamma från dåligt växtliga, råhumusbesvärade skogar med mycket blåbärsris i marktäcket, några från växtligare skog med markvegetation antydande en mer godartad råhumus.

Den flitigast undersökta lokalen är en mossrik, tämligen blåbärsrik granskog på en liten moränås å Skogsförsöksanstaltens försöksfält vid Kulbäcksliden, Västerbotten. Granarna äro dåliga till oväxtliga, lavbehängda. Närmare beskrivning på lokalen återfinnes i avd. V, lokalbeskrivning nr 2, med karta fig. 11.

Det var här som undersökningarna togo sin början. Redan de första analyserna gåvo mig den då för mig överraskande upplysningen, att det i varje fall ej kan vara tal om att råhumusen generellt sett utgör ett hinder för genomluftningen. Avvikelserna från luftens normala syre- och

kolsyrehalt, som jag hade väntat att få räkna åtminstone i ett par hela procent, belöpte sig i samtliga analyser från juli—augusti 1920 endast till tiondedelar. Undersökningarna i augusti 1921 förändrade ej denna bild. Analyserna gåvo, som synes av tab. XIII A, i allmänhet värden på syrehalten, som ej understego 20 %, och värden på kolsyrehalten av några tiondedels procent. Detta för samtliga undersökta djup, d. v. s. ned till 75 cm, alltså djupt ned i moränen. Nu togos dessa prov under en våtperiod, och det är därför anledning anse dem snarast som maximivärden för punkterna i fråga.

I väldränerad mark med råhumustäcke kan sålunda vattnet sjunka undan så fort, att någon syrebrist att tala om ej inställer sig ens under våtperioder.

Några prov ha emellertid givit något större värden på syrebrist och kolsyreöverskott. Dessa äro proven nr 115, 116, 117, 118, 119. Alla dessa ha visat syrehalter under 20 %, i ett fall på 45 cm djup 16,3 % (prov 119), och kolsyrehalter av bortemot eller över 1 %, upp till 1,6 % (prov 117). Om man jämför anmärkningarna i tabellen, skall man finna att samtliga dessa prov hänföra sig till punkter, där marken vid provtagningen var så vattenrik, att vatten kom vid sugningen tillsammans med provet. Vid tagningen av prov 119 (det syrefattigaste, med 16,3 % syre), kom vid sugningen mest vatten och en mindre kvantitet luft. Lokalt och tillfälligt kan alltså vattenhalten i marken under våtperioder även i denna genomsnittligt torra, oförsumpade råhumusmark hålla sig hög tillräckligt länge för att åstadkomma en syrebrist av några procent.

Till jämförelse med de anförda siffrorna vill jag först hänvisa till analyserna 149—150, tab. XIII O, som härstamma från en åker med vacker havre vid Kulbäckslidens gård och från ungefär samma tid som de anförda analyserna augusti 1921 från granskogen å Kulbäckslidens försöksfält. Syrehalten var i de nämnda analyserna från havreåkern 19,6 % å 15 och 45 cm djup, kolsyrehalten bortemot 1 %. Syrebristen och kolsyrehalten voro alltså i dessa prov större än i majoriteten av proven från granskogen. Härvid är att märka, att bägge proven voro torra, syrebristen och kolsyrehalten voro alltså ej maximala.

Till jämförelse med de anförda proven från granskogen med maximal syrebrist och kolsyrehalt hänvisar jag till LAUS och RUSSELLS & APPLEYARDS siffror i tab. I. Den lägsta syrehalt, som de senare forskarna funnit i ett gödslat vetefält, är 17,6 % på 15 cm djup, LAUS lägsta siffra är 16,0 % och härstammar från 60 cm djup i en åker på mossjord. De maximala kolsyrehalterna äro 2,3 resp. 4,4 %. Även i välarbetad kulturjord uppträda alltså syrebristvärden och kolsyrehalter som tävla med

och överträffa de största i mina analyser från den torra råhumusmarken å försöksfältet funna.

Låt oss då gå till nästa undersökta lokal, som ligger på samma lilla moränås som den förra. Här är skogen bättre, lövblandad. Lokalen är närmare beskriven i lokalbeskrivning 2. Den bild som siffrorna här ge, är alldeles densamma som för den förra lokalen. De flesta analyserna ha visat syrehalter över 20 % och kolsyrehalter om några tiondedels procent (för alla djup ned till 75 cm), men på en punkt gick syrehalten ned till något under 17 % och kolsyrehalten steg till 1,5 % (30 cm djup, prov 133). Här kom något vatten med provet.

De allra först i tab. XIII A upptagna proven härstamma från ett annat skogsskifte i närheten av de förra lokalerna, prov nr 30 (som avser två prov från olika punkter) från en vacker örtrik skog, de övriga från en sämre, blåbärsrik. Hela vägen hålla sig syrehalterna över 20 %, kolsyrehalterna vid några tiondedelar; proven härstamma från djup ned till 75 cm. Markluftningen är alltså förstklassig.

De sist under A i tabellen upptagna proven härstamma från Roklidens försöksfält i Norrbotten (se lokalbeskrivning nr 1). Skogen är mycket dålig, råhumusen tjock, seg och hopfiltad. Analyserna visade en syrehalt av omkring 20 %, en kolsyrehalt under 1 %, utom i ett prov från 56 cm djup, där syrehalten var 19,2 % och kolsyrehalten 1,1 %. Här voro proven torra, man kan alltså vänta sig en större syrebrist och kolsyrehalt under extremt våtväder.

Alla analyser från torra, även råhumusbesvärade marker i övre Norrland ha alltså överensstämmande givit till resultat detsamma som redan de första orienterande analyserna visade, nämligen att även en svårartad råhumus ingalunda utgör något generellt hinder för markluftningen. Detta resultat står i full överensstämmelse med ALBERTS ovan (kap. 10) citerade, men däremot i bjärt motsats till de åsikter, som förfäktas av GRÄBNER m. fl. (se kap. 10).

Hur skall man då förklara denna brist på överensstämmelse? Vad GRÄBNER beträffar, har han kommit till sin uppfattning på grund av experiment, refererade ovan kap. 10. Dessa experiment äro visserligen som redan kap. 10 anmärkt i och för sig ej så alldeles avgörande, då GRÄBNER vid anställandet och tolkningen av experimenten utgått från den förutfattade och som vi ovan kap. 7 visat ohållbara meningen, att jordens permeabilitet, d. v. s. graden av genomsläpplighet för luft under inflytande av tryck, är ett mått på genomluftningen däri. Detta är som vi visat ett misstag, då permeabiliteten varierar enormt med olika kornstorlek hos jorden, men däremot den viktigaste markluftningsfaktorn, diffusionen, är inom mycket vida gränser oberoende

därav. Emellertid förefaller det mycket sannolikt att GRÄBNER har rätt för det fall, hans undersökning avser. Han beskriver nämligen råhumusen i naturligt tillstånd i det avsedda beståndet som en fuktig, knådbar massa. Att ett råhumusskikt i blött tillstånd är ett hinder för ordentlig markluftning är att vänta, och vi skola nedan se att så är fallet. Råhumusen i våra oförsumpade mossrika, blåbärsrika granskogar har emellertid en helt annan karaktär än den av GRÄBNER avsedda granråhumusen. Den är under vegetationsperioden påfallande torr, vilket möjligen står i samband med rikedomen av vattenuppsugande rötter av blåbär m. m. i densamma (prof. H. HESSELMAN, muntligt meddelande). Råhumusens karaktäristiska mekaniska egenskaper, dess seghet och filtaktiga struktur utgöra tydligen intet hinder för diffusionen. Det är ju även ganska självklart, att en sådan egenskap som seghet intet skall ha att göra med diffusionens effektivitet, vilken beror på lufthalten och, efter passerandet av en viss storleksgräns, på dimensionerna hos porerna i jorden. En konstgjord råhumus av hopfiltade fina ståltrådar skulle vara ännu mycket segare än naturlig råhumus, men ingen torde tvivla på att diffusionen i mellanrummen mellan ståltrådarna skulle gå med normal hastighet. När det gäller råhumusen och dess hindrande roll vid markluftningen tycks man emellertid ibland kanske omedvetet ha satt likhetstecken mellan den utpräglade råhumusens mekaniska egenskaper och dess hinderlighet vid markluftningen (jfr t. ex. framställningen hos GRÄBNER 1921 p. 105—107).

Något motsvarande den av GRÄBNER beskrivna normalt blöta granråhumusen torde vi ej ha i Sverige. De åtminstone ytligt sett närmast därmed jämförliga förhållandena torde träffas i kulturgranskog på gammal ljunghedsmark i södra Sverige. För analysresultaten från dylika marker kommer att redogöras nedan under G.

B. Skog i lider med rikligare örter.

Denna grupp är något heterogen. Den omfattar lidskogar med betydligt olika utpräglad råhumus, olika markvegetation och även olika trädbestånd. Det är dock städse fråga om mossrika skogar med mer eller mindre stark inblandning av örter i markvegetationen, och i trädbeståndet finns alltid gran, med eller utan blandning med tall eller lövträd. Genomgående är förekomsten av ekbräken, *Dryopteris Linnæana*, i markvegetationen, antydande något fuktigare mark.

Den första lokalen är närmare beskriven under 4 i avdelningen lokalbeskrivningar. Det är fråga om ett bestånd, där en egendomlig motsättning råder mellan markvegetationens och humuslagrets karaktär och

skogsbeståndets utseende. Markvegetationen är som framgår av den avd. V: 4 meddelade Raunkiær-analysen rik och råhumusen är betydligt mullartad, men trädbeståndet består av oväxtlig och dålig, mycket lavig gran. Detta torde ha sin grund i beståndets historia. Antagligen har beståndet kommit för tätt och självt hämmat sin utveckling. Det är nu överårigt, men fortfarande alltför tätt.

Analyserna, som härstamma från augusti 1920, visa för det mesta en syrebrist av en till ett par procent och en kolsyrehalt varierande från 0 till 1,5 %. Den största observerade syrebristen är 5,2 % å 20 cm djup (prov 12). Följande dag hade den minskats till 3 % att döma av prov 17 från samma djup, taget $^1/_2$ m ifrån det förra. Ytterligare 10 dagar senare funnos endast värden av syrehalt, som överstego eller obetydligt understego 20 %. Förklaringen härtill ser jag som ovan (kap. 13: variation med olika väderlek) nämnt i den hela tiden fortgående minskningen av markens vattenhalt. Grundvattenståndet (kunde observeras i en grop strax intill) var enligt mina anteckningar hela tiden statt i sjunkande. Man ser även hur värdena för den ackumulerade nederbörden sjunka från den 19—20. till den 30. augusti 1920. (Tab. XIV samt kolumnerna till höger tab. XIII.)

Nästa lokal (lokalbeskrivning 5) är en liten svacka med bättre gran än å omgivande marker, belägen i samma skogsskifte som de under lokalbeskrivning 1 upptagna. Proven togos under torrväder och analyserna visa syrehalter av över 20 % samt nästan ingen kolsyra.

De två följande proven (132—133) tillhöra en grupp, för vilken redan redogjorts (under A). Lokalen intar en mellanställning, och så ha de fått komma med även här. Den ena av dessa analyser visar på 30 cm djup en syrehalt av ej fullt 17 % och en kolsyrehalt av 1,5 %. Proven togos augusti 1921, marken var fuktig, vatten kom med provet.

De två nästa proven, 14—15, togos i en sluttning med vacker växtlig medelålders lövblandad granskog (lokalbeskrivning 6). Syrehalten var ungefär 20 % på 15—20 cm djup, kolsyrehalten en till ett par tiondedels procent. Detta var i augusti 1920. I augusti 1921 (noggrant den 9. VIII) var det på samma lokal omöjligt att ta markluftprov. Marken var så vattenrik, att endast vatten kom vid sugningen redan å 10 och 15 cm djup. Hurudan markluftningen är å denna lokal under våtväder kunna alltså analyserna ej ge upplysning om.

Proven 20—22 härstamma från en lokal med växtlig blandskog av tall, gran och gråal i en sluttning med fint älvsandsmaterial ned mot Ume älv (lokalbeskrivning 7). Proven, som togos under en torrväders-period, visade syrehalter som ligga mellan 20 och 21 procent och ingen eller någon tiondedels procent kolsyra.

Nästa lokal är granskog, som med avseende på trädens höjd och växtlighet representerar det bästa, som trakten erbjuder, och är belägen i en stark slutning å krp. Gransjöberget i Degerfors (lokalbeskrivning 8). Proven togos under en våtperiod, men proven själva voro samt och synnerligen torra. Syrehalten ligger vid 20 % eller högre på alla undersökta djup (ned till 45 cm; sedan omöjligt att ta prov för vatten), och kolsyrehalten utgör några tiondedels procent; högsta värdet är 0,6 %.

Vi komma så till några lokaler från Norrbotten. Det första provet, nr 58, är en enstaka analys från en sluttning med växtlig blandskog på sand (lokalbeskrivning 9) och visade 20 1/2 syre och 1/2 % kolsyra. De följande proven härstamma från en lid med växtlig lövblandad granskog, örtrik markvegetation och gynnsam markbeskaffenhet (mulljordsprofil). Lokalen hör till dem som undersöktes av HESSELMAN vid hans grundvattensstudier (se vidare lokalbeskrivning 10). Proven togos under våtväder och marken var som anteckningarna i tab. XIII visa så vattenrik, att på flere punkter vatten kom med provet på 15 cm djup. Trots detta visa analyserna ingen avsevärd syrebrist eller kolsyrehalt, om än värdena delvis tydligt avvika från de normala för torra marker under torrväder. Syrehalten håller sig å de undersökta djupen, 15 till 55 cm, omkring 19—20 %, kolsyrehalten varierar från omkring 1/2 till 1 1/2 %. Lägsta funna syrehalten var 18,4 % å 55 cm djup, högsta funna kolsyrehalten 1,5 % å 50 cm djup.

Granskar man dessa siffror, skall man finna, att under torrväder markluftningen är ungefär lika god som under torrväder på de torra utpräglade råhumusmarkerna. Under våtväder kan en syrebrist och ett kolsyreöverskott på ett par (i ett fall syrebrist intill 5) procent träffas, alltså även då ungefär likadant som i de utpräglade råhumusmarkerna. I siffrorna från starka sluttningar (Gransjöberget, sluttningen med mulljord vid Rokliden) kan en intressant avvikelse spåras, i det syre- och kolsyrehalterna trots markens vattenrikedom avvika endast obetydligt från de normala. Detta hänger sannolikt tillsammans med den hastiga vattenavrinningen och grundvattnets rörlighet i dessa marker. Vid HESSELMANS grundvattensanalyser visade det sig, att det rörliga grundvattnet i dylika lider, som t. ex. just den nämnda sluttningen vid Rokliden, visade en betydande syrehalt, i motsats till förhållandet uppe å försöksfältet ovanför liden. Detta återspeglas alltså i markluftens sammansättning vid våtväder.

C. Hotad och försumpad granskog.

De första 14 proven härstamma från Kulbäckslidens försöksfält och punkterna för provtagningen äro inlagda å kartan fig. 11.

Genast en första blick på siffrorna ger vid handen, att variationen här rör sig inom helt andra gränser än i de förut behandlade markerna. Endast tre prov, nr 42, 121 och 48, från 5 till 15 cm djup, komma upp till en syrehalt av 20 % och ned till en kolsyrehalt under 1 %. I alla de andra proven är syrehalten i de flesta fall avsevärt lägre och går ned till ett så lågt värde som 1 % (prov 49) medan kolsyrehalten stiger till ungefär 6 % (prov 47). Det djup, från vilket proven härstamma, är, frånsett de två sista proven, som vi tillsvidare bortse ifrån, endast 15 cm, och en stor del av proven, för övrigt just de, där den största syrebristen visat sig, äro tagna under torrväder. Marken var likväl därför ej torr, som framgår av anmärkningarna i tabellen. Tvärtom sammanfalla som förut syrebrist och rikedom av vatten i marken. De prov som visat mest utpräglad syrebrist äro utan undantag sådana, där vatten kommit med luften vid sugningen, och provet med den största syrebristen bestod endast av en liten luftblåsa, som kom tillsammans med mycket vatten vid sugningen.

I gransumpskogen och även i den s. k. hotade zonen med spridda vitmossfläckar och svällande björnmosstuvor härskar sålunda normalt, även under torrväder, redan på ringa djup på ett stort antal punkter en avsevärd syrebrist. För att belysa förändringen i markluftens sammansättning vid övergången från den torra marken till den hotade zonen äro en del prov tagna utefter en profillinje, som går uppifrån den torra marken nedåt sluttningen (prov 111—123, jfr kartan fig. 11). De första proven utefter denna linje återfinnas under A i tabell XIII. Går man till siffrorna, finner man att syrehalterna i de olika proven på samma djup (15 cm) äro i ordning uppifrån (prov 111, 114, 117, 120, 121, 122, 123): 20,3; 19,9; 18,8; 20,4; 20,2; 15,9; 16,2 % och kolsyrehalterna resp. 0,3; 0,5; 1,6; 0,4; 0,3; 2,5; 2,8 %. Alla dessa prov togos ungefär samtidigt, den 5 och den 9 augusti 1921. Stegringen av syrebrist och kolsyrehalt är som man ser ej så jämn, men gången är fullt tydlig. Det bör anmärkas, att provet 117, som redan högt uppe på sluttningen visade något högre syrebrist och kolsyrehalt än de närliggande, härstammar från en punkt, där marken vid tillfället var så vattenrik, att vatten kom med provet, vilket däremot ej var fallet med de andra proven från den torra marken. En annan sak, som jag vill fästa uppmärksamheten på, är skillnaden mellan prov 121 å ena sidan och proven 122—133 å den andra. De två första proven togos strax intill varandra, det första i en tuva av *Hylocomium proliferum*, det andra i en björnmosstuva. Det tredje provet togs i en björnmosstuva ett par meter ifrån de bägge andra. Alla tre härstamma från samma djup. Syrebristen och kolsyreöverskottet är som synes betydligt mindre i provet

från *proliferum*-tuvan än i dem från björnmosstuvorna. Jag har en och annan gång tyckt mig märka, att variationen från fläck till fläck i den hotade zonen på detta sätt följer markbetäckningens beskaffenhet, så att betydligare värden syrebrist och kolsyreöverskott träffas förnämligast under björnmosstuvorna, däremot mindre under tuvorna av väggmossor (*Hylocomia*). Alltid håller detta dock visst icke streck.

De två sista proven från Kulbäckslidens försöksfält, 144—145, skall redogöras för i ett annat sammanhang (se nedan under M. Mossar).

Den följande serien av prov härstammar från en profillinje uppifrån den torra marken ned i den hotade zonen på en annan lokal liknande den förra, omkring 300 m från denna. Skogen är här lövblandad och betydligt bättre, med växtliga unggranar ända långt ned i början på sumpskogen. Den bild som analyserna ge är dock alldeles densamma som för den föregående lokalen. Det lägsta funna värdet av syrehalt, 0,4 %, är t. o. m. lägre än det lägsta från den förra lokalen. Den högsta kolsyrehalten är här liksom nyss ungefär 6 %. Här äro visserligen alla prov, i motsats till dem från den föregående lokalen, tagna under våtväder, men även denna lokal är våt också under torrväder. Om man granskar värdena från på varandra följande punkter utefter profillinjen liksom i föregående fall, finner man, att värdena på 15 cm djup (prov 130, 136, 132, 134, 138, 139, 141) äro i ordning: 20,4; 20,2; 19,6; 13,4; 3,4; 3,5; 19,6 % syre och 0,3; 0,2; 0,8; 3,0; 3,4; 2,7; 1,0 % kolsyra. Av dessa prov härstamma de tre första, som framgår av tab. XIII och lokalbeskrivning 2, från den torra marken, de fyra senare från den hotade zonen. Det sista provet visade endast obetydlig syrebrist och kolsyrehalt; på samma punkt 15 cm djupare var emellertid syrehalten endast 1 % och kolsyrehalten 3 %. Provet från 15 cm djup var torrt, det från 30 cm djup bestod av en liten luftblåsa, som kom tillsammans med mycket vatten vid sugningen. Jag ber läsaren lägga märke till anteckningarna om vatten med provet jämväl för de andra proven. Liksom förut gäller det, att de höga värdena av syrebrist uppträda endast i sådana prov, där vatten kom vid sugningen.

De sista proven inom denna grupp härstamma från Roklidens försöksfält i Norrbotten. Här visa siffrorna inga sådana värden av syrebrist och kolsyrehalt som kunna ställas i bredd med de största å de båda andra lokalerna funna. Den största funna syrebristen uppgår till 5,4 % (15,6 % syrehalt) och kolsyran når högst 2,8 %. Bägge värdena gälla ett avsevärt djup, 50 cm. Här sakna vi även några anmärkningar om vatten med provet; proven voro torra. Vad väderlekens karaktär under tiden för provsamlingen beträffar, så visa nederbördssiffrorna nästan fullständig torka under den gångna veckan och omkring

10 mm nederbörd för de gångna 14 dagarna. Samtidigt var emellertid marken i liden ovanligt våt. Orsaken till att marken å försöksfältet håller sig så torr får sökas i den utförda utdikningen av försöksfältet, vilken här i motsats till vad fallet är på Kulbäcksliden gjort skönjbar effekt.

Undersökningarna från hotade-försumpade marker ha alltså givit till resultat, att en högst betydlig, ända till nästan fullständig syrebrist kan förekomma i dessa marker redan på ringa djup, detta även under torrvädersperioder. Syrebristen är dock ingalunda lika stark överallt, utan varierar från punkt till punkt inom mycket vida gränser, mycket mer än i den torra marken, från nästan fullständig syrebrist till nästan fullgod lufttillgång. Denna variation står framförallt i samband med vattenhalten i marken. Undersökningarna å Rokliden visa, att torr råhumus av björnmossa och vitmossa lika litet hindrar markluftningen som blåbärs- och skogsmossråhumus. Då emellertid dessa marker normalt hålla sig fuktiga, måste en högst betydlig syrebrist på talrika punkter vara det normala förhållandet. För dessa marker ligger det alltså högst sannolikt en verklighet bakom den i skogslitteraturen ofta uttryckta föreställningen, att det svällande mosstäcket kväver trädrötterna.

D. Tallskogar.

Nästan alla prov härstamma från tallhedar i övre Norrland. Endast det första provet, nr 28, stammar från en mossrik tallskog. Det visade förstklassig markluftning. Marken var torr.

Den följande serien av prov, 151—159, togs å en av Skogsförsöksanstaltens provytor å tallhed, krp. Åheden nära Vindeln, Västerbotten (se vidare lokalbeskrivning 12). Proven togos under en våtvädersperiod, men icke dess mindre visa samtliga prov en syrehalt av omkring 20 $^1/_2$ % eller däröver och en kolsyrehalt av högst 0,2 %, detta ända ned till 75 cm djup. Markluftningen är alltså förstklassig. Intet vatten kom med proven. Alldeles likartat resultat visa två prov, 160 och 161, från en tallhed å mjälsand i närheten (lokalbeskrivning 13). Proven togos samma dag som de föregående, alltså under en våtperiod; intet vatten kom med proven.

De övriga analyserna stamma från Norrbotten. De första tre av dessa togos på tallheden vid Fagerheden, lokalbeskrivning 14. Markluftningen visade sig även här utmärkt, syrehalten var omkring 20 $^1/_2$ % eller däröver och kolsyrehalten 0 till 0,3 %. Ej heller det sista provet, som togs på stort djup (75 cm) nere i hård ortsten, faller utanför denna ram. Ortstenens inflytande på markluftningen skall härnedan diskuteras i ett sammanhang.

De sista fyra proven, 164—167, härstamma från tallhed på morän

vid Långträsk, lokalbeskrivning 16. Syrehalten är en hårsmån lägre än i de förra proven, mellan omkring 20 och 20 1/2 %, och kolsyrehalten varierar mellan 0,1 och 0,7 %. Luftningen är alltså i alla händelser mycket god. Proven togos under en tämligen våt period, men intet vatten kom med proven.

Undersökningarna i tallhedar ha alltså visat, att markluftningen även under våtperioder är så god som man kan önska sig. Det hade även enligt vår utredning över kap. 7—8 varit synnerligen överraskande, om markluftningen varit skral i dessa särdeles torra sandmarker. De faktiska resultaten av analyserna stämma däremot mycket bra med vad man har att vänta sig enligt den givna utredningen. Att siffrorna för syrebrist och kolsyrehalt i de flesta fall äro så exceptionellt låga får väl sättas i samband med den efter allt att döma mycket långsamma omsättningen i dessa lågproduktiva marker.

E. Ortstensmarker.

GRÄBNER (1921, p. 213—214) anser ortstenens kända inverkan på utbildningen av trädens rotsystem delvis som en markluftningsfråga. Han har iakttagit, att rötterna böja av horisontalt, redan innan de komma ned i ett ortstensskikt, som är så pass hårt, att det rent mekaniskt borde kunna åstadkomma denna effekt, och han tror därför, att ortstenen »för sin oxidation förbrukar nästan den sista resten av syre, som kommer dit ned». Det hade med anledning därav sitt intresse att undersöka hur stor syrehalten är i markluften i och under skenhälla och eräll*.

Undersökningarna avse dels en lokal med mäktig skenhälla vid Rosinedal nära Vindeln i Västerbotten (se lokalbeskrivning 16 och TAMM 1920), dels en del av heden vid Fagerheden, vidare en lokal med synnerligen mäktig skenhälla nära föregående (se karta och beskrivning hos TAMM 1920, p. 217—221), ännu en liknande lokal i närheten och slutligen morän med humuseräll under granskog å Roklidens försöksfält.

Tagningen av proven måste, när det var fråga om riktig, hård skenhälla, göras på ett annat sätt än det vanliga. Jag gjorde så att jag med hjälp av en hantlangare drev ner en stenborr till det önskade djupet, varvid hela tiden arbetades i en tjock lervälling av lämplig konsistens. När borren drogs upp, slöt sig genast lervällingen efter den,

* Jag har tagit mig friheten använda de inhemska orden skenhälla och eräll för ortsten. Jag använder orden alldeles som jag hört dem användas i Norrbotten, d. v. s. skenhälla = stenhård, eräll = lösare ortsten. Möjligen vore det lämpligt, om orden skola tagas upp till allmänt bruk, att precisera betydelsen och t. ex. låta skenhälla betyda allokton eräll autokton ortsten.

och jordsonden fördes ned genom det med lervälling fyllda borrhålet och drevs ned ytterligare från några cm till en dm med en träklubba. På så sätt kunde jag vara säker, att det tagna luftprovet verkligen härstammade från det avsedda djupet, trots det marken sårats med stenborren. Vid sugningen kom städse lätt och ledigt endast luft, vilket visade att tätningen var god kring sonden, då intet vatten från den några cm ovanför stående lervällingen kunde komma ned till sondens nedre mynning.

Proven togos samtliga på tämligen stort djup, från 45 cm till 95 cm, och dels under, dels inuti själva skenhällan.

Om vi tills vidare bortse från humuserällen, visa analyssiffrorna genomgående mycket god syretillgång ännu nere på stora djup både i och under skenhällan. Syrehalten varierar mellan ungefär 19 $^1/_2$ och 20 $^1/_2$ %, kolsyrehalten mellan 0,3 och något över 1 %. Dessa siffror visa, att för de former av skenhälla det här är fråga om GRÄBNERS uppfattning om den kraftiga oxidation däri ej kan vara riktig. Däremot visa de intet om diffusionshastigheten i skenhällan. Om ingen oxidation sker kan naturligtvis syrehalten vara mycket hög även om diffusionshastigheten är obetydlig. Att döma av att sugningen gick så lätt torde emellertid skenhällan vara rätt grovporig (jämför den ovan anmärkta omöjligheten att suga i lera!) och man har därför anledning anta, att diffusionshastigheten skall vara normal.

De sista två proven 178—179 härstamma från den hotade zonen å Roklidens försöksfält och ha medtagits här därför att moränen å punkterna i fråga var erällsartad. Här var syrehalten resp. 15,6 och 17,9, kolsyrehalten 2,8 och 1,1 %. Som redan ovan anfört under C, där även redogjorts för dessa prov, var marken torr, och den avsevärda skillnaden mellan syre- och kolsyrehalterna i dessa bägge prov och motsvarande från 15 cm djup (prov 196—195, se under C, syrehalt 19,6 och 19,9, kolsyrehalt 0,9 och 0,8 %) tyder därför på, att en avsevärd oxidation verkligen sker nere i moränen. Det är här fråga om en humuseräll; om, som väl antagligen är fallet, det är humusortsten som GRÄBNER avser med sitt ovan anförda uttalande, motsäga alltså mina analyser ej alldeles den möjligheten, att det kan ligga en sanning bakom hans uppfattning.

F. Dåliga ljunghedar.

Mina analyser från ljunghed härstamma nästan uteslutande från Vallåsens krp. på Hallandsås. Undersökningarna utfördes dels i juni, dels i september 1921. Vid det första tillfället var marken torrare än vid det senare och torde även ha varit torrare än normalt, då både april,

maj och juni voro torrare än normalt i Halmstad. Ett regn om ungefär 15 mm hade dock kommit den 28 maj, några dagar till ungefär en vecka före provtagningen (jfr nederbördssiffrorna tab. XIV). Vid provtagningen i september kunde direkt iakttas, att marken var våtare än i juni. Nederbörden för den närmast föregående veckan var visserligen för de flesta provtagningsdagarna obetydlig, men augusti var i Halmstad 30 % regnrikare än normalt, vilket ej vill säga så litet (jfr tab. XIV), och proven togos i början av september. Fuktigheten i marken vid den senare undersökningsperioden torde ha varit avgjort över genomsnittet för vegetationsperioden, om man än ej kan säga, att den representerade något maximivärde.

Den första undersökta lokalen är en liten ljunghedsbacke invid (nedom) en mosse, se lokalbeskrivning 19. Ytterst dåliga, gula små granar, några dm vid 35 år. Kraftig ljungråhumus. I juniproven varierade syrehalten på 25 cm djup ungefär mellan 18 och 20½ %, kolsyrehalten mellan 0,3 och något över 2 %; på större djup träffades väsentligt olika sammansättning, sålunda i ett prov från 75 cm djup 13,7 % syre och 3,7 % kolsyra. Av tre prov från samma fläckar i september (prov 235—237), alla från 30 cm djup, ha två visat en högst betydlig syrebrist med 4—9 % syre och 5—4 % kolsyra. Det tredje provet visade ungefär 17 % syre och 2½ % kolsyra. Vid tagningen av prov 237 med endast 4 % syre kom något svart vatten eller snarare välling med provet. Eljest intet vatten med proven.

Två prov (72—73) från samma lokal, en bit ifrån de förra punkterna, med bra unggranar, visade i juni över 20 % syre och ej upp till 1 % kolsyra.

Nästa undersökta lokal (lokalbeskrivning 20) är en Skogsförsöksanstaltens provyta å dålig ljunghed i närheten av den förra lokalen. Granarna äro för det mesta dåliga, gula, ej meterhöga vid 35 år, men på några ställen förekomma grupper med bra unggranar. Dessa äro, som ofta är förhållandet (benäget meddelande av prof. SCHOTTE) i allmänhet, dock ej fullt genomgående, uppvuxna invid eller omkring nu borttagna tallar eller björkar. I juni togos endast tre prov, vilka alla (prov 69—71, djup 25—50 cm) visade god luftning med 20 till 20½ % syre och under 1 % kolsyra. I september togos prov på djup från 15 till 60 cm, vilka visade syrehalter från 20½ ned till 18,4 %, kolsyrehalter från någon tiondedels till 1,8 %. Luftningen var sålunda även i september å alla undersökta punkter god, även å områdena med dålig gran, och det är anmärkningsvärt, att de lägsta värdena av syrehalt, de högsta av kolsyrehalt, på såväl 15 som 60 cm djup träffades just i en grupp med bra granar. Marken var åtminstone fläckvis på större djup betydligt

vattenrik, som framgår av anmärkningarna. På en punkt kom vid sugning från 60 cm djup endast vatten, på en annan vatten och luft. Det är även anmärkningsvärt att detta senare prov visade helt normal syre- och kolsyrehalt; oxidationen är alltså mycket obetydlig på större djup.

Nästa undersökta lokal är en sluttning med ljung, klockljung och genomgående usel gran, gul och ej högre än ljungen (lokalbeskrivning 21). Prov togos endast i september. Här skilja sig värdena av syrehalten för prov från 15 och prov från 60 cm djup skarpt från varandra. De förra visade syrehalter varierande mellan $17^1/_2$ och över 20 %, de senare mellan 9 och 18 %; kolsyrehalten varierade för bägge djupen ungefär likadant, mellan ungefär $^1/_2$ och 2 %. De lägsta syrehalterna träffades i prov, där vatten kom vid sugningen. Marken var vattenrikare än på förra stället. På en punkt kom redan å 45 cm djup endast vatten, och vid samtliga prov från 60 cm djup finnes anteckning, att vatten kom med provet. En för luftningen hinderlig vattenrikedom i marken sträckte sig tydligen å denna lokal upp till en nivå i marken, där ännu en avsevärd oxidation sker. Därav den stora skillnaden mellan djup- och ytvärdena å denna lokal i motsats mot den föregående.

Nästa lokal (prov 227—234) är en bergtallplanterad lavrik ljunghed med enstaka enbuskar i sluttning å Vallåsen (lokalbeskrivning 23). Värdena av syre- och kolsyrehalt äro mycket jämna, 20 och ett par tiondedels % syre och ett par tiondedels % kolsyra å samtliga undersökta punkter, såväl å 15 som å 60 cm djup. Proven voro samtliga torra. Vatten visade sig ingenstädes.

De sista två proven härstamma från en ljunghed med dålig självsådd tall och gran i Västergötland nära Hallandsgränsen. Proven, som togos i juli, visade god markluftning å 30 cm djup.

Undersökningarna å dåliga, svårkultiverade ljunghedar ha alltså givit vid handen, att även en mäktig ljungråhumus i torrt tillstånd lika litet som den norrländska moss-blåbärsråhumusen utgör något hinder för en god markluftning. I fuktigt tillstånd däremot är den det alldeles givet, och det vill synas som om det skulle behövas en mindre vattenhalt i ljungråhumusen än i råhumusen i den norrländska granskogen för att syrebristen skall uppnå betänkliga belopp. Flera av proven inom denna grupp visa (jämför tabellen) betydligt till högst avsevärd syrebrist utan att anteckning finnes, att vatten kommit med provet vid sugningen.

G. Lyckade ljunghedsplanteringar.

De undersökta lokalerna ligga till största delen på Vallåsens kronopark å Hallandsås. Ett par prov härstamma från den högproduktiva kulturgran-

skogen Dalby krp. i Skåne å gammal ljunghedsmark. Lokalerna å Vallåsen undersöktes under september (ett enstaka prov togs i juni), Dalby krp. i juli.

(Prov 220—226) stamma från en lyckad 31-årig granplantering, nu tät granskog, å god ljunghedsmark å Vallåsen. Syrehalten är här på djupet i allmänhet en hårsmån mindre, kolsyrehalten större än å lokal 23 strax intill. Syrehalten å 15 cm djup är 20 och några tiondedels %, kolsyrehalten ungefär $^1/_2$ %; å 55—60 cm djup ligga syrehalterna mellan 19 och 20 %, kolsyrehalten varierar omkring 1 %. Proven togos samma dag som proven från nyssnämnda lokal. Alla prov voro torra och vatten visade sig ingenstädes.

Prov 64 är ett enstaka prov från en liknande ungefär lika gammal kulturgranskog å Vallåsen. Provet, som togs i juni, visade å 25 cm djup 20,7 % syre och 0,4 % kolsyra. Marken torr, provet torrt.

De sista tre proven härstamma från Dalby krp., en tät kulturgranskog liksom de förra lokalerna, på bättre mark och med hög produktion. Proven visade å 30 till 50 cm djup över 20$^1/_2$ % syre och högst 0,3 % kolsyra. Marken mycket torr, provet torrt.

Undersökningarna i goda ljunghedsmarker, d. v. s. kulturgranskogar å dylika marker ha alltså även under samma tidsperiod, då i närheten på vissa dåliga ljungmarker stark syrebrist rådde i marken, visat förstklassig luftning. En annan skillnad mellan de undersökta välluftade ljungmarkerna och sådana dåliga, där syrebrist visade sig, är att marken i de förra var torr ända till 60 cm djup, i de senare våt, så att vatten visade sig vid sugning å några dm djup. Det är således som vanligt vattenhalten, som synes vara avgörande.

H. Råhumusbokskogar.

De undersökta lokalerna ligga dels på krp. Vallåsen, dels på Hallands Väderö. Proven från de förra lokalerna togos dels i juni, dels i september, proven från Väderön i juli.

Den första lokalen är ett dåligt, i topparna torkande bokbestånd med synnerligen kraftig bokråhumus och markbetäckning av mest blåbär. Jag bad kronojägaren på platsen att visa mig till det torvigaste och mest svårföryngrade bokbestånd han hade, och då visade han mig till lokalen i fråga. Närmare beskrivning av platsen, se lokalbeskrivning 27. De fyra proven (65—68) från juni visa såväl å 25 som 55—70 cm djup syrehalter som ligga mellan 20 och 21 %, kolsyrehalter upp till ungefär $^1/_2$ %. Proven från september å alldeles samma ställe (239—243) visa å 15 cm djup syrehalter omkring 20 %, kolsyrehalter som ligga mellan $^1/_2$ och 1 %. Å 55—60 cm djup var syrehalten något över 19 %, kolsyrehalten något över 1 %. Alla proven voro torra.

De följande åtta proven härstamma från råhumusbokskogar på Hallands Väderö med mindre tjock råhumus. Proven togos under synnerligen stark torka och visade på 15 till 45 cm djup syrehalter som ligga mellan 20 och 21 %, i allmänhet närmare den senare siffran, och kolsyrehalter om ett par tiondedels procent.

Ett enstaka prov från bättre bokskog med mycket tunn råhumus å Vallåsen visade i september å 60 cm djup något under 20 % syre och nära 1 % kolsyra, Provet var torrt.

Undersökningarna i bokskogar med råhumus visa sålunda, att även i mycket torvig mark markluftningen var god till och med under en ganska fuktig period, och att i varje fall bokråhumusen i och för sig lika litet som de andra råhumusslag, som vi förut haft att göra med, är något hinder för en god markluftning. Därvid är att märka, att undersökningarna omfatta en lokal med ett par dm mäktig bokråhumus av sämsta sort, bladig och seg, alltså med det värsta i den vägen, som någon bokmark i Sverige har att uppvisa. I och under dylik bokråhumus, som är betydligt tätare än blåbärs-moss-råhumus och gör intryck av att vara ganska finporig, hade man möjligen kunnat vänta en avsevärd syrebrist, men analyserna gåvo som sagt ett annat resultat.

I. Lövskogar med mull.

De flesta undersökta lokaler ligga i Skåne, en på Vallåsen.

De första 3 proven härstamma från lövängs-lundartade samhällen å Hallands Väderö. De togos under stark torka och visade syrehalter å 12—20 cm djup som ligga mellan 20 1/2 och 21 %, kolsyrehalter upp till 1/2 %.

Proven 90—93 samt 99 togos i den bekanta Dalby hage invid Dalby i Skåne. Syrehalten låg å djup mellan 20 och 30 cm omkring 20 1/2 %, kolsyrehalten omkring 1/2 %. Marken var mycket torr.

Likadana värden visa två prov från bokskog av bästa typ (med ramslök och skogsbingel) vid Övedskloster. Svår torka rådde i marken vid tillfället, vilket man kanske ej skulle vänta sig av nederbördssiffrorna. Skogsbingeln stod och slokade av torkan och boklöv föllo i förtid.

De två proven från bättre, mullartad mark å Vallåsen (217—218) visade å 55—60 cm djup i september 20 och ett par tiondedels % syre, bortåt 1/2 % kolsyra.

Undersökningarna i lövskogar med mull kommo olyckligtvis att utföras under en period med utpräglad torka. Det egentliga intresset med värdena skulle legat i en jämförelse med motsvarande värden från marker med råhumus. En dylik jämförelse är möjlig med junivärdena från den torviga bokskogen å Vallåsen och visar att värdena överensstämma,

i det luftningen i bägge fallen är utmärkt. Intressantare hade emellertid en jämförelse av värdena under våtväder i de båda slagen av marker varit. Tyvärr medhanns ej att besöka några utpräglade mullmarker under septemberresan, och mina siffror lämna därför ingen upplysning om maximibeloppen av syrebrist och kolsyreöverskott i lövskogsmarker med mull.

K. Lövkärr.

Hit ha förts två lokaler som knappt ha något annat gemensamt än namnet. Den första är ett lövkärr vid en liten bäck i Västerbotten (lokalbeskrivning 34). Marken är lera. De två proven visade på 10 och 20 cm djup syrehalter över 20 $^1/_2$ % och nästan ingen kolsyra. Observera emellertid anmärkningen i tabellen, att på en punkt å 20 och 15 cm djup det ej gick att suga någon luft ur leran.

Den andra lokalen är ett alkärr å Hallands Väderö med djup kärrmylla. Provet togs under stark torka, och kärret var så torrt som det ej någonsin brukar vara. Där normalt vatten brukar stå upp i ytan kunde man gå alldeles torrskodd med segelskor, och vatten träffades först på 60 cm djup. Luften i kärrmullen visade på 15 cm djup en syrehalt av nära 21 % och ett par tiondedels % kolsyra, på 30 cm något under 20 % syre och 1 % kolsyra, på 45 cm 16 % syre och 2 % kolsyra. Dessa värden äro alltså att betrakta som minimivärden för årstiden av syrebrist och kolsyrehalt, och det är att antaga, att under normala förhållanden betydlig syrebrist råder i kärrmullen. Syrgashalten i vattnet i danska alskogar och alkärr har undersökts av BORNEBUSCH (1914), som i intet fall annat än i ytvattnet i gölar fann mer O_2 än omkring 10 % (max. 14 %) av det värde som svarar mot full mättning. En markluft i jämvikt med sådant vatten skulle ha en syrehalt av endast omkring 2 %.

L. Lerbränna.

De två proven visa å 10 till 15 cm djup en syrehalt mellan 20 och 20 $^1/_2$ % syre och en kolsyrehalt mellan 0 och 1 %. Observera emellertid anmärkningen i tabellen, att på två andra ställen det ej gick att suga några luftprov ur leran. Analyserna ge alltså ingen upplysning om syretillgången i leran, utan visa endast att denna på vissa ställen är sprickig och att i dessa sprickor står luft med nästan atmosfärens syrehalt. Det iakttogs, att rötter gingo i dessa sprickor, vilket med en viss sannolikhet synes mig tyda på att sprickorna äro åtminstone relativt permanenta och ej blott tillfälliga. Vi återkomma till en diskussion av förhållandena i lermarker i följande kapitel

Att jag ej fortsatte undersökningarna å lerbrännor beror på att den använda metodiken ej tillåter en bedömning av luftens sammansättning inuti leran. Är leran sammanhängande, kunna ju nämligen som nämnt inga luftprov fås. Och att leran på många ställen är sprickig behöver ej konstateras genom gasanalys; det är bekvämare att direkt iakttaga. Någon metod som skulle kunna användas för att bestämma sammansättningen av luften inuti den kompakta leran finnes såvitt jag vet ej.

M. Mossar.

Proven från mossar äro även fåtaliga och tagna mer i förbigående. Liksom i fråga om lermarkerna gäller det nämligen om mossarna, att den använda metodiken ej är särdeles lämplig att ge upplysning om förhållandena. I motsats till vad fallet är med lermarker, finnes det däremot en metod för undersökning av syretillgången i mossarna, som är lämplig och god, nämligen vattenanalys enligt WINKLER. Dylika undersökningar ha utförts av HESSELMAN (1910) och i stor utsträckning av MALMSTRÖM (1922), vars arbete gjorde det onödigt för mig att mer ingående syssla med luftningen i mossar. Mina fåtaliga bestämningar ge emellertid ett par intressanta upplysningar.

Vi fästa oss först vid de sex första proven i tab. XIII M. De härstamma från Degerö stormyr i Västerbotten. Som man ser, visa analyserna överraskande nog samt och synnerligen syrehalter, som ligga mellan 20 och 21 %, utom i ett fall, då siffran var 19,6 %, och kolsyrehalten går endast i ett fall upp till 2 %, håller sig f. ö. nära o. Därvid är att lägga märke till att mosstorven var vattenrik, så att vatten kom vid sugningen, antingen med proven eller på samma djup som proven togos, strax intill. Detta resultat står i ett egendomligt motsatsförhållande till vad vi förut funnit. Därtill veta vi, att vattnet i torven normalt är mycket syrefattigt (se MALMSTRÖM 1922). Hur skall detta då förklaras? Enligt min mening på följande sätt. Vitmossförnan (sensu MALMSTRÖM 1922) och den oförmultnade *fuscum-* etc. torven har en annan textur än t. ex. vanlig råhumus. Dels är den betydligt grovporigare än råhumusen. Vidare är förnan, som här huvudsakligen kommer i fråga, bildad av basalrester av vitmossindivid, som ha kvar sin lodräta huvudriktning. Detta gör, att det ej så lätt uppstår en så intim blandning av luft och vatten som i våt råhumus. Det bildas ej så lätt fullständigt eller så gott som fullständigt av vatten avstängda luftblåsor, utan luftrummen ha snarare formen av lodräta kanaler, som upptill stå i förbindelse med luften. I dessa kanaler kan det därför ske ett diffusionsutbyte med luften av normal livlighet. Nere i det syrefria grundvatt-

net åter saknas alldeles luftblåsor, och den där förefintliga höggradiga syrebristen kan därför ej konstateras genom gasanalys av uppsugna prov.

Mina siffror visa i varje fall, att i naturliga mossar, där grundvattnet är praktiskt taget syrefritt, likväl på nivåer ovan grundvattensnivån syretillgången på talrika punkter är utmärkt god. I de undersökta mossarna bestod marken ovan grundvattensnivån uteslutande av oförmultnad torv. Huruvida en förmultnad torv förhåller sig på samma sätt, därom lämna mina analyser ingen upplysning. Det är sannolikt, att så ej alltid är förhållandet. Det synes mig troligt, att i analogi med förhållandena i den hotade granskogens och ljunghedarnas råhumus markluftningen kan vara dålig i den multnande torven i en dränerad mosse även ett stycke ovanför grundvattensnivån. VAGELERS undersökningar i diverse kultiverade mossmarker visade i genomsnitt god luftning å 15 cm djup, men syrehalten kunde dock redan å detta djup gå ned till omkring 11 % (se tab. I, p. [180]—[181]).

Man får ej heller av mina analyssiffror dra den slutsatsen, att syretillgången ovan grundvattensnivån i den naturliga mossen på alla punkter skulle vara god. Syretillgången i vattnet i de fullsupna vitmossresterna kan mycket väl vara minimal samtidigt som syretillgången i luftkanalerna är utmärkt. En stillastående vattenyta upptar nämligen syre ur luften mycket långsamt (jfr HESSELMAN 1910, p. 100, noten) och diffusionshastigheten i vattnet är som ovan anfört endast 1/10 000 av den i luften. Syretillförseln till det inre av vattenmassorna begränsas följaktligen av lösningshastigheten i vätskefasens ytlager och av diffusionshastigheten i vattnet, ej av diffusionshastigheten i luftkanalerna.

Proven 143—146 härstamma från morän under ett mäktigt torvlager, bildat dels i gransumpskog, dels i tallrismosse. Läget av provpunkterna är utmärkt på kartan fig. 11. Torvens mäktighet är angiven i tabellen; den varierade mellan 0,7 och omkring 1 m. Dessa prov togos i samband med undersökningar av doc. TAMM, varvid det visade sig, att moränen under den vattenmättade torven var förvånande torr. Vissa drag i moränens utseende tydde på oxidation och analyserna företogos för att få upplysning om ifall syre fanns närvarande. Det visade sig, att luftprov kunde fås på några ställen ur moränen och tvärtemot vad man kunnat vänta visade de ingalunda fullständig syrebrist.

Innan jag ingår på en diskussion av siffrorna vill jag något redogöra för hur proven togos. Det första provet, 143, togs i den osårade mossen så att jordsonden som vanligt kördes ned tills den kommit 10 cm ned i moränen (= 80 cm under markytan). De övriga proven togos under än mäktigare torv, så att sondens längd ej räckte till att nå moränen uppifrån. Proven togos därför från bottnen av doc. TAMMS gro-

par. Därvid kördes sonden till hela sin längd (80 cm) ned eller snett in i moränen och då dessutom sonden fördes in genom ett lager torv eller vatten är det absolut säkert, att luften verkligen härstammade från moränen och ej från atmosfären. Att luft fanns i moränen kunde direkt iakttagas, då små luftbubblor stego upp genom vattnet som samlade sig i bottnen på groparna.

Analyserna visade som framgår av siffrorna i tabellen syrehalter mellan ungefär 7 och 14 % och kolsyrehalter mellan något under 1 och bortåt 4 %. Det är alltså ej tal om någon fullständig syrebrist. Detta var ett lika intressant som överraskande resultat, då syrebristen i det mäktiga genomblöta torvlagret måste ha varit fullständig (jfr HESSELMAN 1910 och MALMSTRÖM 1922). Att så är förhållandet visas tämligen säkert redan av det sedan gammalt bekanta förhållandet, att när man tar upp en grop i torven, denna först har en ljusare färg, som emellertid nästan ögonblickligt börjar märkbart mörkna, så att den för luften utsatta torvytan redan efter en kort stund är alldeles svart. Mina egna luftanalyser från den hotade zonen eller början av sumpskogen visa ju även, att redan ovan nivån för det sammanhängande vattnet i torven syrehalten går ned till någon enda procent eller bråkdelar av en procent.

Den påfallande stora syrerikedomen i moränen under mäktig torv med syrefritt vatten har väl ej något egentligt intresse ur ekologisk synpunkt men är en ganska intressant upplysning ur andra synpunkter. Den synes nämligen visa att någon avsevärd transport nedåt av vatten från torven ned i moränen ej kan äga rum (åtminstone ej under sommaren). Den syrefattiga torven innehåller som nämnt lättoxidabla ämnen, som genast oxideras vid lufttillträde. Skulle dessa ämnen transporteras ned i moränen, måste följaktligen en syreförbrukning där äga rum. Nu är det ju möjligt att dessa ämnen ej äro vattenlösliga eller att de äro grovkorniga kolloider, som till större delen kvarhållas av torven eller det allra översta moränskiktet. Emellertid är vattnet i torven som sagt syrefritt, och om vattnet i moränen utgöres av vatten som passerat genom torven och berövats sitt syre, så bör dock luften i moränen sätta sig i jämvikt med detta vatten och sålunda bli mycket syrefattigt, även om några reducerande ämnen ej följa med vattnet nedåt. Det är att märka, att vattnet dock utgör huvudparten, luften mindreparten av innehållet i moränen. Nu måste å andra sidan syretillförseln till de punkter det är fråga om vara ytterligt försvårad. Uppifrån kan intet syre komma. Det måste komma genom diffusion från sidan eller genom transport med grundvattnet i moränen sidledes. Det minsta transportavståndet kan man även med hjälp av kartan fig. 11 och dess fortsättning angiva. Det ut-

gör för alla punkterna ungefär 30 meter (räknat till den närmsta punkt, där sumpskogen upphör och den hotade zonen tar vid). Punkterna i fråga äro alltså i luftningshänseende ungefär lika gynnsamt eller lika ogynnsamt ställda som jordlager på 30 m djup.

Det sista provet, 238, inom avdelningen mossar är ett enstaka prov från mossen invid den första lokalen under dåliga ljunghedar. Det gick ej att få prov från djupare nivåer än 15 cm i en tuva med ljung och blåtåtel; här var syrehalten nära 18 % och kolsyrehalten nära 3 %. Siffrorna peka i samma riktning som de ovan anförda från Degerö stormyr; dock är ju här någon syrebrist förhanden.

N. Gräsmark.

Några enstaka prov från gräsmarker i Västerbotten, tagna till jämförelse, ha visat syrehalter å 15 till 45 cm djup av 19 % eller något mer, kolsyrehalter av ungefär 1 1/2 %.

O. Åkrar.

Likaledes till jämförelse ha några enstaka prov tagits från åkrar i Västerbotten. Ett prov från ett potatisland under torrväder visade 20 1/2 % syre och nästan ingen kolsyra å 15 cm djup. Två prov från en havreåker under våtväder visade syrehalter av drygt 19 1/2 % och kolsyrehalter av närmare 1 %, detta för såväl 15 som 45 cm djup.

Sammanfattning.

Undersökningarna ha visat, att samtliga undersökta slag av råhumus (husmoss-blåbärs-råhumus och björnmoss-vitmoss-råhumus i övre Norrland, ljungråhumus och bokråhumus i södra Sverige) i och för sig ej orsaka någon dålig markluftning. I blöt råhumus kan däremot, liksom helt allmänt är förhållandet i våt mark där aktivitet råder, luftningen vara mycket dålig.

Bäst studerade äro förhållandena i råhumusmarker i övre Norrland. Undersökningarna där ha visat, att å normalt dränerad moränmark även under våtperioder markluftningen synes fullt tillfredsställande. I s. k. hotad mark och i sumpskog är däremot markluftningen även under torrperioder på talrika punkter mycket dålig. Redan på ringa djup (t. ex. 15 cm) kunna så låga syrehalter som under 1 % träffas.

I tallhedar har markluftningen befunnits vara synnerligen god.

I starkt råhumusbesvärad bokskog å Hallandsås var markluftningen även under en ganska fuktig period god.

I dåliga svårkultiverade ljunghedar befanns markluftningen ibland god eller ganska god, ibland dålig, dock endast på något större djup. Olikheterna stodo som vanligt i tydligt samband med vattenhalten i marken.

I goda skogsodlade ljunghedar befanns luftningen genomgående god.

Mossar och lermarker kunna ej rätt väl undersökas med den använda metodiken. Resultaten säga därför endast, att i naturliga mossmarker luftningen ovan grundvattensnivån på talrika punkter kan vara god, fastän grundvattnet är syrefritt eller nästan syrefritt, samt för lermarker att den luft som står i sprickorna i leran kan ha nästan atmosfärens sammansättning. Om sammansättningen av luften inuti den kompakta leran kunna analyserna ej ge någon upplysning.

En sammanträngd överblick över siffrorna för syrehalten i råhumusmarkerna i övre Norrland, i tallhedarna och i ljunghedarna ger följande tabell, där för jämförlighetens skull endast prov från 10—20 cm djup (i allmänhet 15 cm djup) äro medtagna. Siffrorna betyda antal prov, som visat respektive syrehalter.

Antal prov med / Anzahl Proben mit / Lokaler		0—1	3—4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20 eller mer / oder mehr % O_2
A. Torra granskogar	1920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		6
	1921	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4		6
B. Skog i lider, örter	1920	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2			8
	1921	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4		7
C. Hotad o. försumpad granskog	1920	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—			1
	1921	—	2	—	—	1	1	1	—	—	4			1
D. Tallhedar 1921		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		8
F. Dålig ljunghed, sept.		—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	5		7
G. God ljunghed, sept.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3

Proven 1921 äro tagna under en fuktig, proven 1920 under en torrare period. Proven från ljunghedar härstamma alla från en tämligen fuktig period. Prov från bokråhumusmark äro ej medtagna i översikten, då antalet prov från mindre djup är för litet. De siffror, som visa större syrebrist i ljunghedar ha ej kommit med i översikten, därför att som sagt denna uppträdde endast på något större djup.

Kap. 15. Skogsekologisk diskussion av analysresultaten.

Av vad som ovan anförts, särskilt i kap. 9, torde tillfyllest framgå, hur svår en ekologisk tolkning av analyssiffrorna måste ställa sig. Till de principiella svårigheter som framgå av framställningen i det citerade kapitlet och som bero av vår brist på exakt och direkt kunskap om den fysiologiska inverkan av olika värden av syrebrist och kolsyreöverskott i marken på skogsträdens och andra oss intresserande växters livsfunktioner sällar sig det osäkerhetsmoment som ligger i siffermaterialets karaktär av blott stickprov (jfr kap. 11). Även om mina analyser representerade fullständiga årsserier och vore hur fullständiga som helst med avseende på urvalet av de lokaler som de representera, så kvarstode dock alltid den förstnämnda gruppen av svårigheter. Det enda sättet att trots allt komma fram till några slutsatser är att använda en jämförande indiciemetod. Detta är f. ö. hittills i praktiken i stort sett ekologiens arbetssätt och kommer säkert av praktiska skäl åtminstone en lång tid framåt att så förbliva, trots det alla på så sätt dragna slutsatser principiellt lida av en viss osäkerhet. Min syn på dessa saker har jag framlagt i en särskild liten uppsats, till vilken må hänvisas (Romell 1920).

Diskussionen må för överskådlighetens skull fördelas på några underavdelningar.

1. Råhumusmarker i Norrland.

Vi erinra oss från föregående kapitel, att analyserna från torra råhumusmarker i Norrland till alldeles övervägande del gåvo värden av syrebrist, som höllo sig under eller omkring någon enda procent, detta för såväl råhumusbesvärade som bättre marker. Under utpräglat våtväder voro värdena större än under torrväder, men syrebristen höll sig likväl i regel vid ett mycket lågt belopp och uppgick i den torra råhumusmarken endast i två analyser till mellan 4 och 5 %. Dessa värden liksom de övriga vid samma tid funna med mindre syrebrist torde på förut (kap. 13) anförda grunder vara att i någon mån betrakta som maximivärden för markerna i fråga, och variationen synes som anfört i kap. 14 A ligga inom ungefär samma gränser som den i åkerjord. Av allt som är känt torde det ej finnas någon anledning att antaga, att variationer inom denna ram — åtminstone om man undantar de två extrema värdena, jfr tab. IX — ha någon ekologisk betydelse ens för mycket syrekrävande organismer. Att skogen växer så mycket sämre på vissa av dessa råhumusmarker än på andra får därför med all säker-

het hänföras till andra orsaker, såsom dålig omsättning i marken, särskilt svag produktion av lämpliga kväveföreningar (jämför HESSELMANS bekanta studier). Ej heller genom förmedling av dylika omsättningsprocesser i marken kunna gärna de små variationerna i syretillgång ha någon inverkan på skogen. Jag erinrar om SCHLÖSINGS (1873) förut anförda försök med nitrifikation i jord vid olika syretillgång; någon säker ändring i nitrifikationens intensitet kunde därvid ej påvisas förrän syrehalten nedsattes till 6 %. Vid 16 och 11 % syrehalt i luften var nitrifikationen i en försöksserie nedsatt, i en annan oförändrad eller ökad, utslaget alltså intet. Det är att märka, att dessa försök voro långvariga (flera månader), och att nitrifikationen är en utpräglat syrekrävande process.

Inom gruppen skog i lider med rikligare örter påträffades å en lokal ännu något större syrebrist än de största inom gruppen torra råhumusgranskogar, och under torrare väder. Å denna lokal är visserligen skogen dålig, men detta torde bero på andra orsaker än markfaktorer (jfr föregående kapitel, under B). Här är råhumusen betydligt mullartad, markvegetationen rik och humustäckets tillstånd enligt HESSELMANS undersökningar (opublicerade) bättre än i de torra råhumusbesvärade markerna (svagare sur reaktion, starkare ammoniakavspjälkning). För övrigt äro värdena av syrebrist även inom denna grupp genomgående låga.

De stora och skogsekologiskt ytterst betydelsefulla skillnader i humustäckets tillstånd, särskilt omsättningens livlighet däri, som finnas mellan olika oförsumpade råhumusmarker i Norrland, kunna således ej gärna sättas samband med olikheter i markluftningen. Jag anser det även uteslutet iatt den gynnsamma inverkan av markbearbetning å råhumusmarker kan orsakas av en ökad markluftning, då syretillgången även utan några åtgärder oftast ej lämnar något övrigt att önska. Orsaken får i stället även här sökas på annat håll. Närmast får man väl då tänka på en ökad elektrolythalt i humusen på grund av blandningen med mineraljorden, såsom av HESSELMAN (1917 a, p. 973—977) framställt som en arbetshypotes.

På grund av vissa erfarenheter anses det av praktikens män, att grus och sand ha en rötande inverkan på trävirke, och man undviker därför t. ex. vid dammbyggnader i flottleder direkt beröring mellan trävirke och grus- och sandfyllningar genom att isolera det förra medels ett lager ris eller vitmossa. Om det är riktigt, att ett isoleringsskikt av t. ex. vitmossa minskar sandens och grusets rötande inverkan på trät, så synes mig ej heller denna sak kunna förklaras genom ändrade luftningsförhållanden och lika litet genom ändrad fuktighet. Däremot skulle man

även här kunna tänka på en elektrolytverkan. Utlösningen av salter från sand- och grusmaterialet måste visserligen vara högst obetydlig, men i den omedelbara närheten av sandpartiklarna bör dock en högre elektrolythalt kunna uppstå, och det finns knappast anledning tvivla på att redan ett koncentrationstillskott av nästan homeopatisk storlek kan spela en ekologisk roll för de träförstörande organismerna i den saltfattiga miljö det är fråga om. Sannolikt ligga förhållandena på liknande sätt beträffande den svårartade råhumusens organismer. Markvätskan i den ytligt liggande, mineralfattiga råhumusen är säkerligen mycket saltfattig. Den något ökade närsalthalt, som bör bli följden av en omblandning av mineraljord och råhumus eller av en överskiktning av råhumus med mineraljord kan då erbjuda en möjlighet till förklaring av markberedningens gynnsamma effekt. När HESSELMAN 1917 på anfört ställe framställde hypotesen om effekten av markbearbetning på råhumusmark som en elektrolytverkan, diskuterade han även möjligheten av inverkan av ökad markluftning, men han anser, att denna ej kan spela någon avgörande roll. Detta senare kan med än större bestämdhet påstås efter mina markluftundersökningar, och HESSELMANS hypotes om en saltverkan synes i samma mån vinna i sannolikhet.

Av mina analyssiffror framgår, att genomluftningen i regel å de väldränerade råhumusmarkerna är ungefär lika god mycket långt ned i moränen som å 15 cm. djup. Att skogsträdens och markvegetationens rotsystem å dessa marker hålla sig så ytligt och ej gå på djupet kan alltså, även det, ej gärna hänga ihop med markluftningen.

Gå vi från de torra råhumusmarkerna över till hotade och försumpade marker, så finna vi en variation hos siffrorna för syrehalten inom helt andra gränser än i de förra. Dels finna vi även här prov med nästan full syretillgång, dels sådana som visa mycket stark till nästan fullständig syrebrist. De sistnämnda äro i majoritet. Genom HESSELMANS undersökningar var bekant, att grundvattnet i gransumpskogen visar så gott som fullständig syrebrist. Mina undersökningar komplettera dessa med den upplysningen, att även ovanför grundvattensnivån på de flesta punkter i den våta råhumusen råder höggradig syrebrist. Här ha vi alltså verkligen att göra med en dåligt genomluftad mark, vilket däremot enligt mina undersökningar ingalunda generellt är fallet med mark, där grundvattnet är mycket syrefattigt, t. ex. icke med den torra marken å Roklidens försöksfält, som i de övre skikten visade sig väl genomluftad, trots det grundvattnet enligt HESSELMANS undersökningar är ytterst syrefattigt.

Det ligger nära till hands att anta, att i hotad och försumpad mark den experimentellt konstaterade dåliga markluftningen är en faktor av

skogsekologisk betydelse och åtminstone till stor del får göras ansvarig för skogens dåliga växt på dylika marker. Nu finnas även inom marker av denna typ avsevärda variationer med avseende på skogens tillstånd, och det var av stort intresse att se efter hur nära i detalj syrehalten i markluften och skogens tillväxt följdes åt. Därför togs en lokal å Kallbäcksliden till jämförelse, där skogens tillstånd är betydligt bättre, trots vätan. Analyserna visade emellertid ej någon motsvarande bättre syretillgång i marken. Det negativa utslaget av denna jämförelse är rätt märkvärdigt. Det synes närmast tala starkt emot det antagandet, att den dåliga markluftningen är en faktor, som väsentligt medverkar till den dåliga tillväxten av skogen å sådana marker som det är fråga om. Utslaget kan tolkas på olika sätt. Dels kan man anta, att marken med den bättre skogen har flere, större eller bättre fördelade andhål i form av torrare fläckar än den sämre. Mina analyser tillåta ej ett omdöme för eller emot detta antagande, de visa blott, att variationen från punkt till punkt i dessa marker är mycket stor. Det kunde emellertid iakttagas, att marken å den bättre lokalen var betydligt ojämn, med grubbor och tuvor, och svår att gå i, i motsats till den jämna och släta marken å jämförelselokalen ej långt ifrån. Detta skulle kunna tyda på, att de sammanhängande områdena med farlig syrebrist ej äro så stora i den bättre marken som i den sämre. Att avgöra denna sak genom markluftanalyser är mycket svårt. Man kan nämligen i regel ej alldeles fritt välja punkterna för provtagningen. Än råkar man på sten, än kommer vid sugningen endast vatten, och man måste flytta till en annan punkt. Man törs ej heller ta den nya punkten alltför tätt intill den gamla för att vara säker att ej luft kommer ned genom det gamla hålet och förfalskar resultatet av analysen.

En annan möjlighet till förklaring av skogens bättre växt å den ena lokalen är kanske den, att syrebristen i marken verkar skadligt åtminstone mest indirekt, genom att omsättningen i marken hämmas eller går i en ogynnsam riktning, och att detta kan motverkas av andra faktorer. (Jfr p. [95]—[96] DACHNOWSKIS ideer, samt nedan under 4.) Skogen var å den bättre lokalen betydligt lövblandad, i motsats till den sämre, och det synes tänkbart, att detta förhållande kan motverka en sådan skadlig effekt av dålig genomluftning, som uppstår genom dennas inverkan på bakteriella och andra biologiska omsättningsprocesser i marken.

Hur denna brist på överensstämmelse i detalj än skall förklaras, synes det mig emellertid dock alltjämt sannolikt att den höggradiga och utbredda syrebristen i den hotade marken och sumpskogen är en orsak till att träden där växa så dåligt.

2. Tallhedar.

Som redan ovan ett par gånger antytt, har man velat sätta den dåliga tillväxten och föryngringen på tallhedarna i samband med dålig markluftning. Ovan (kap. 7 och 10) ha vi citerat CLEMENTS (1921) som målsman för denna åsikt, men efter vad jag hört sägas skulle denna uppfattning även ha företrädare bland svenska skogsmän.

Resultaten av mina analyser av prov från tallhedar i Norrland ge emellertid ej det minsta stöd för denna uppfattning. Markluftningen är tvärtom genomgående god, i de flesta fall utomordentligt god, i det syrehalten på alla undersökta djup (ned till 75 cm) ligger omkring 20 1/2 %. Proven togos likväl för det mesta under våtväder.

Man torde efter mina siffror kunna påstå, att det är ytterst osannolikt att dålig markluftning skulle spela en roll som skogsekologisk faktor på tallhedarna. Nu äro visserligen tallhedarna mycket egenartade växtsamhällen, och man skulle kunna tänka sig den möjligheten att på tallhedarna markens, särskilt tallrötternas, egentliga vegetationsperiod infaller på våren och hösten, medan sommaren på grund av den alltför stora torrheten i marken representerar ett relativt stillestånd. Man skulle då vidare kunna tänka sig att under vår och höst perioder av syrebrist uppstå, då marken är som våtast, och att dessa trots sin kortvarighet kunde vara av ekologisk betydelse därför att de infalla just under den korta tid då vattenhalten i marken medger en intensivare livsverksamhet. Någon högre grad av sannolikhet synes mig alls ej denna möjlighet ha. I ALBERTS (1912 p. 662) analysserier från diverse råhumusskogsmarker på sand varierade månadsvärdena av syrehalt under hela undersökningsperioden från april till september endast mellan ungefär 19 1/2 och 20 1/2 %, och de största värdena av syrebrist träffades ej i april, då marken var vattenrikast, utan under rötmånadens värme plus fuktighet.

Tallhedarna på sand torde även höra till de skogsmarker, där den allra minsta risken för dålig markluftning föreligger. Grundvattenståndet är i dessa marker mycket lågt, så att överskottsvattnet kan sjunka undan, och sandmaterialet kan i de allra flesta fall knappast kvarhålla så mycket vatten att en god genomluftning äventyras (jfr ALBERT 1912 p. 665). Finns det ett lager skenhälla i sanden, är vattenavrinningen försvårad och i sådana fall skulle man förr kunna tänka sig en syrebrist under vissa perioder. Som TAMM (1920) framhåller, verkar emellertid den ökade vattenhalt i marken som skenhällan åstadkommer gynnsamt på skogen, vilket ju ej talar för, att en skadlig syrebrist skulle uppstå alltför ofta ens här. Så mycket mindre då i den sämre tallheden utan skenhälla.

Tallhedarna på morän torde i genomluftningshänseende vara att jäm-

ställa med de torra granmarkerna som vi förut talat om. Vissa tallhedar med mycket fint mjälmaterial torde å andra sidan möjligen närma sig lerbrännorna, varom skall talas nedan.

I tallhedarna visar som bekant tallarnas rotsystem en utpräglat ytlig utbredning, även på djup sand utan någon skenhälla, som rent mekaniskt kunde hindra dem att gå ned på djupet. Orsaken till detta egendomliga förhållande kan efter vad vi funnit om syretillgången i tallhedarna ej förklaras på grund av dålig markluftning på djupet, utan får sökas på annat håll.

Då den dåliga tillväxten och föryngringssvårigheterna ej kunna hänföras till dålig markluftning, kan uppenbarligen den gynnsamma verkan av markbearbetning ej heller för tallhedarnas del återföras på en förbättring av markluftningen. Som orsak får man i stället även här tänka sig t. ex. en ökad närsalttillgång för humusorganismerna på grund av omblandningen av humustäcket och mineraljorden såsom ovan antytt på tal om markbearbetning å granmarker.

3. Ortsten.

Genom TAMMS nyssnämnda arbete har uppmärksamheten fästs på att ett lager skenhälla i marken åtminstone hos oss i Norrland ingalunda är så farligt för skogen som t. ex. GRÄBNER antagit i Tyskland, utan att skenhällan till och med kan verka gynnsamt genom att öka den genomsnittliga vattenhalten i marken. En undersökning av syretillgången nere i och under skenhällan har väl i och för sig knappt någon skogsekologisk betydelse, då inga rötter förlöpa där, men har sitt intresse som en prövning för våra förhållanden av GRÄBNERS åsikt, att ortstenslagret för sin oxidation förbrukar nästan de sista resterna av syre, som kommer dit ned. Analyserna visade att så ingalunda var förhållandet, utan att tvärtom syretillgången ännu på betydligt djup (intill i det närmaste 1 meter) var mycket god, ungefär 20 %. Dessa analyser gällde sandmarker med järnortsten. Ett par analyser av prov tagna i humuseräll i morän visade betydligt mindre syrehalt, ned till ej fullt 16 % syre på 50 cm djup, och det vill av dessa prov synas, som om oxidationen av humusämnena i dylika ortstensformer dock verkligen skulle kunna vara nog kraftig för att märkbart påverka markluftens sammansättning. Någon skogsekologisk betydelse torde denna omständighet knappast ha.

4. Ljungråhumus.

Beträffande marker med ljungråhumus är det en mycket allmän åsikt att markluftningen skulle vara dålig. »Ljunghedsmark hör till de allra

sämst genomluftade marker», säger t. ex. GRÄBNER. Det finns som väl känt ljungmarker av högst olika kvalitet, från lättkultiverade typer till sådana marker där sådderna och planteringarna gå hopplöst dåligt, åtminstone rena grankulturer. Det var av stort intresse att få veta hurudan markluftningen är i de dåliga ljunghedarna, och om den är bättre i de goda. Så bör vara förhållandet, om dålig markluftning spelar en skogsekologisk roll i ljunghedsmarkerna.

Av de studerade lokalerna med dålig ljunghed å Vallåsen representera två (se avd. V: 19 och 21) åtminstone övergångsformer till den försumpade ljunghedstypen (angående de olika typerna av ljunghedar, se SCHOTTE 1921). I markvegetationen uppträda växter som *Eriophorum alpinum* och klockljung och grundvattenståndet var tydligt högre än å de andra undersökta lokalerna. De två återstående lokalerna å Vallåsen representera den oförsumpade lavrika ljungheden, den ena en yta med mycket dålig gran, den andra en yta utan gran, endast planterad med bergtall, men med ett bättre utseende, enstaka enbuskar o. s. v.

Till jämförelse ha en del prov tagits i lyckade granplanteringar å ljunghedsmark. Vid en summarisk jämförelse mellan proven från den dåliga och dem från den goda ljungmarken finner man, att i den förra flera gånger ha uppträtt avsevärda värden av syrebrist, däremot aldrig i den senare. Detta synes tyda på, att dålig markluftning skulle vara att tänka på som en faktor, betingande den dåliga tillväxten och svåra föryngringen å de förra markerna. Vid en granskning i detalj finner man dock, att några värden av syrebrist att tala om ingalunda uppträtt i alla de dåliga ytorna utan endast i de två som närma sig försumpning. Å den torrare ytan V: 20, där granarna å stora områden äro lika dåliga som å de våtare ytorna, var syrebristen å sådana områden ingenstädes större än den samtidigt var i den vackra kulturgranskogen V: 24. Visserligen träffades å en punkt å den förra ytan en något större syrebrist, detta var emellertid i en grupp med vackra granar, och detta värde bör därför rätteligen ej tas med vid jämförelsen mellan den dåliga och den goda marken. Å den bergtallplanterade ytan V: 23 med bättre utseende, men tillhörande den sämre gruppen (ytan representerar enligt prof. SCHOTTES åsikt en typ, som ej utan vidare kan planteras med gran) var syrebristen genomgående mindre än samtidigt i den vackra kulturgranskogen strax intill på bättre mark.

Vid en jämförelse i detalj försvinner alltså alldeles sambandet mellan god markluftning och markens godhet, och kvar blir endast parallellismen mellan dålig markluftning och ifrågavarande ljungmarkstypers fuktighetsgrad. Mina analysvärden tyda alltså på, att dålig markluftning ej är någon generell orsak till att vissa ljunghedar äro så dåliga för gran.

Denna slutsats står i god överensstämmelse med en hel del skogliga och skogligt experimentella erfarenheter.

Ljunghedarna anses (jfr SCHOTTE 1921) ej längre som ett så svårt skogligt problem som förr. De allra flesta även svårföryngrade ljunghedar i Sverige bli skogbärande av sig själva förr eller senare, fastän det visserligen ibland dröjer rätt länge. Ljunghedar, som det ej går att plantera med gran direkt, planterar man med tall eller bergtall, och i sällskap med tallarna går sedan förr eller senare granen ganska bra. I överensstämmelse härmed ser man på i huvudsak dåliga marker med gruppvis bättre gran, hur dessa grupper uppträda invid, omkring eller under tallar eller björkar. Det finnes alltså i de sämre markerna något hinder för granens växt, som kan bortskaffas genom att odla tall etc. Det är ju ej på förhand uteslutet, att detta hinder kan vara eller sammanhänga med dålig markluftning. Att döma av tallens och granens sätt att förekomma på mossar tål tallens rotsystem bättre syrebrist än granens. Man kunde tänka sig, att tallrötterna kunna ge sig in i ljungråhumus, som är för våt och dåligt luftad för granens rötter, och torka ut denna så mycket genom sin transpirationssugning, att den blir nog välluftad även för granrötterna. Den goda inverkan av tall på granarna visar sig dock enligt benägen upplysning av prof. SCHOTTE redan invid helt små tallar, som man ej gärna kan tänka sig utöva någon nämnvärd uttorkande effekt på humuslagret. Vidare visade HELMS' (1911) försök, att den gynnsamma verkan på granarna framkom även efter gödsling med avfallna bergtallsbarr, utan att själva tallarna funnos närvarande. De intressanta försök, som jag syftar på, utfördes i en granplantering å ljunghed i Danmark, där granarna visade den å dåliga ljunghedar vanliga bilden med dålig tillväxt och gul färg på barren. Till försöken användes tre parceller, som följdes i fyra år. Den ena parcellen blev orörd, å de två andra borttogs ljungen och å den tredje gödslades dessutom med ett 4 tum tjockt lager av bergtallbarr. Resultatet var efter 4 år:

	Parc. 1. orörd	Parc. 2. ljungen borttagen	Parc. 3. ljungen borttagen, bergtallbarr
Medelhöjd, cm	45	48	73
Medellängd av 10 längsta toppskott	9	15	35

Skillnaden mellan parcell 3 och de övriga var enligt HELMS ännu större än som framgår av siffrorna, ty de frodiga toppskotten på parcell 3 hade blivit avbitna av rådjur, så att de ej hade sin fulla längd. Skillnader mellan de olika parcellerna visade sig även däri, att granarnas färg å parcell 1 var gul, å parcell 2 ljusgrön, å den tredje parcellen

nästan normalt grön. Överhuvud uppfattas granarnas dåliga utseende och tillväxt på dåliga ljunghedar av de danska forskarna med P. E. MÜLLER i spetsen framförallt som en följd av kvävehunger. Man kan förbättra granarnas tillstånd genom att plantera kvävesamlande ärtväxter, medan tillförseln av kvävefria mineraliska gödselmedel i och för sig är otillräcklig. Den samtidigt med odlingen av ärtväxter nödvändiga tillförseln av dylika gödselmedel anses därför ha betydelse framför allt för att ge betingelser för ärtväxternas trevnad och ej direkt för granen (jfr P. E. MÜLLER & HELMS 1913, p. 330 och 332—333).

Nu skulle man visserligen för ljunghedarnas del kunna tänka sig ett sammanhang som det ovan på tal om tallhedarna framkastade, nämligen att på sommaren ytlagret är för torrt, och å andra sidan under de tider, höst och vår, då vattenhalten och samtidigt temperaturen är tillräcklig för en livligare livsverksamhet, syrebrist föreligger i ljungråhumusen, så att av denna anledning aëroba organismer även då skulle ha dåliga livsbetingelser. (Jfr RINDELL 1919 p. 56—57). Den under våren och senhösten möjligen förekommande syrebristen i marken skulle alltså kunna ha en indirekt betydelse. HELMS' ovan anförda försök motsäga ej alldeles denna uppfattning. Den starka sommaruttorkningen måste väl i lika mån träffa ett pålagt lager av bergtallbarr, men man kan ju tänka sig, att omsättningen under vår och höst räcker till. Dessutom kunde man tänka sig, att tallbarrlagret under sommaren hindrar ljungråhumusen att torka ut alltför mycket och på så sätt ökar omsättningen i denna. En direkt skadlig inverkan av dålig genomluftning på granarnas rotsystem kan i alla händelser knappt föreligga, ty då borde HELMS' försök ha givit ett annat utslag. Vad beträffar möjligheten av en indirekt inverkan på sätt som skisserats, skulle jag vilja framhålla, att ljungråhumusen likväl ej synes kvarhålla vatten så särskilt hårdnackat, då genomluftningen å Skogsförsöksanstaltens provytor å dålig ljunghed å Vallåsen var så god i början av september efter en mycket regnrik augusti månad (jfr tab. XIV).

Allt det anförda visar sålunda hän på, att syrebrist i marken knappast är någon generell orsak till de stora föryngringssvårigheterna för gran å dåliga ljungmarker. Att å somliga dylika marker, d. v. s. sådana som närma sig försumpning, till de andra ogynnsamma omständigheterna sällar sig en betänklig syrebrist i marken under vissa tider, synes å andra sidan framgå av mina siffror, och som redan i föregående kapitel anmärkt vill det synas som en ansenlig syrebrist skulle kunna uppkomma vid en mindre vattenhalt i marken när det är fråga om ljungmarkerna än fallet är i råhumusmarkerna i Norrland.

5. Bokråhumus.

Undersökningarna i bokråhumusmarker omfatta som redan ovan påpekats en lokal med både mäktig, fast och seg bokråhumus, som torde representera det sämsta som man i vårt land kan träffa på av detta slag. Ändock visade sig genomluftningen i denna mark ända ned på stort djup mycket god. Nu är det sant, att undersökningen ej omfattar någon alldeles extrem våtperiod, och siffrorna representera därför inga maximivärden för lokalen. Då emellertid genomluftningen var så god i början av september efter en mycket regnrik augusti, så synes det visa, att vattnet rinner undan fort och ej med någon påfallande stor seghet kvarhålles i råhumusen. Att bokråhumusen i och för sig lika litet som andra former av råhumus är något hinder för en god markluftning framgår i varje fall klart av siffrorna.

Intet har alltså vid mina undersökningar framkommit, som berättigar det antagandet, att föryngringssvårigheterna å bokmarker med svår råhumus skulle ha något med dålig markluftning att göra.

6. Mossar och kärr.

Rotsystemen hos den speciellt tillpassade vegetationen av kärr- och mossväxter äro i motsats till den typiska landvegetationen till stor del hänvisade till att leva i grundvattnet, och de uthärda även tydligen detta mycket bra, eftersom de växa och frodas på de lokaler som de faktiskt bebo. En hel del, troligen de flesta, typiska landväxter tåla däremot ej vattendränkt jord (jfr kap. 9) på grund av att rotsystemet kväves eller förgiftas, och det är väl nästan säkert, att det just är på grund av den ringa syretillgången i kärr- och mossmarker som de vanliga landväxterna äro utestängda från konkurrensen å dessa marker. Om och i vad mån skiftande syretillgång i vattnet i kärr- och mossmarker spelar en roll som ekologisk faktor för kärr- och mossvegetationens konstituenter och inverkar på utgången av kampen om platsen dem emellan är en annan fråga. Metodiskt angripes denna fråga bäst genom vattenanalyser, då rhizosphären för de ifrågavarande växterna i huvudsak är grundvattnet. Intressanta bidrag till denna fråga ha BORNEBUSCHS (1914) och MALMSTRÖMS (1922) undersökningar givit. Själv har jag ansett detta problem ligga utanför ramen för min undersökning, och jag har därför endast gjort några strödda analyser av luft från nivåer ovan grundvattensnivån med min vanliga metodik, därvid det visade sig, att markluften ovan grundvattnet i mossar hade en sammansättning, som endast obetydligt avvek från den normala luftens, trots det att grundvattnet i

samma marker är så gott som syrefritt. Någon omedelbar ekologisk betydelse torde denna omständighet ej ha. Trots den tidvis goda syretillgången i det ytliga skiktet kunna mer syrekrävande växter ändå ej slå sig ned på dessa marker, enär grundvattnet långa tider av året står högt upp i ytan och i och med detsamma syrebrist inträder även i ytliga skikt. I det grunda skikt, där tilläventyrs lufttillgången alltid är tillräcklig, är å andra sidan risken för uttorkning av rötterna stor. Den höga syrehalten i markluften har dock sitt intresse ur andra synpunkter. Förhållandet bidrar till exempel till förståelsen av den stora olikhet i nedbrytningshastighet som finnes mellan området över och under grundvattensnivån i myrmarkerna (se MALMSTRÖM 1922). Grundvattensnivån i myrmarkerna måste efter mina analyser, kombinerade med HESSELMANS och MALMSTRÖMS, anses som en skarp gräns mellan ett område med nära nog fullständig syrebrist och ett område med mycket god lufttillgång på talrika punkter.

Vad kärren beträffar, ha BORNEBUSCHS undersökningar gjort sannolikt, att syrehalten i vattnet för den vanliga alen är en ekologisk faktor av avgörande betydelse. I sådana alkärr, där alen trivdes gott, höll grundvattnet mellan 6 och 14 % av den normala syrehalten, i dåliga alkärr mellan 0 och 7 % av den normala. Alens rotsystem kräver alltså en viss låg minimikoncentration av syre i vattnet omkring rötterna för att trivas.

Den högsta syrehalt, som BORNEBUSCH träffade i vattnet i alkärr, motsvarar en syrehalt i markluften av endast knappa 3 %, alltså dock höggradig syrebrist. Ett par analyser som jag utfört av markluft ur ett alkärr på Hallands Väderö i ovanligt torrt tillstånd visade visserligen en viss syrebrist, men likväl ända nere på 45 cm djup, ej långt ovan grundvattensnivån, 16 % syre. I kärrmullen synes av denna siffra att döma liknande förhållanden råda som de nyss påpekade i mossarna, om ock ej så extrema, då syrebristen i grundvattnet i regel är långt ifrån fullständig och i markluften strax ovanför grundvattnet i alla fall avsevärd. Någon omedelbar ekologisk betydelse torde den omständigheten, att syrehalten t. ex. i det undersökta alkärret å Hallands Vädärö stundom kan gå upp till så pass betydliga belopp, väl lika litet ha som motsvarande förhållande i mossarna. De växter, blåsstarr, kärrviol etc., som växa där, måste utan tvivel ändock vara rustade att uthärda de syrehalter som stå dem till buds i grundvattnet för att kunna kvarleva, då vattnet i regel står ända upp i ytan. Sekundärt kan kanske å andra sidan den höga syrehalten under vissa perioder ha sin betydelse till följd av den livligare omsättning genom bakterier etc., som troligen under sådana perioder äger rum i de ytliga skikten.

7. Lermarker.

Som redan ovan påpekat, är det med den av mig använda metodiken ej möjligt att ta reda på syrehalten i den i kompakt lera befintliga luften, och detta är ej heller möjligt med någon annan känd metodik, såvitt jag har mig bekant. Det saknas därför direkta experimentella hållpunkter för ett bedömande av förhållandena i marker med kompakt lera. Man vet emellertid, att diffusionshastigheten i kompakt lera är högst betydligt nedsatt, även om leran är torr (jfr kap. 7 E, Diffusionskoeffizient), och därtill kommer, att ett så finkornigt material som lera kvarhåller vattnet hårdnackat, vilket ytterligare måste bidra att minska diffusionshastigheten genom lera under naturliga förhållanden.

Detta gäller kompakt lera, våt eller torr. Vid lerans torkning ute i naturen spricker den emellertid nästan alltid mer eller mindre sönder, och i och med detsamma bildas vida luftkanaler, där genomluftningen är mycket god. Därför behöver den naturligtvis ej vara det inuti leran mellan sprickorna.

På de norrländska s. k. lerbrännorna brukar trädens rotsystem vara mycket ytligt, men jag har å andra sidan iakttagit, att rötter på sina ställen kunna gå ned rätt djupt i sprickor i leran. Detta synes tyda på, att rotsystemets ytlighet verkligen här, i motsats till förhållandet på tallhedarna, skulle kunna vara förorsakat av dålig luftväxling nere i marken, och förhållandet synes då samtidigt antyda, att de sprickor, i vilka rötterna gå, äro något så när permanenta. En möjlighet till förklaring av att en gång uppkomna sprickor skulle kunna hålla sig även över våtperioder kunde man söka i moss- och råhumustäckets skyddande inverkan (se följande kapitel).

8. Kolsyrehalterna.

Vid diskussionen i detta kapitel ha vi hittills uteslutande talat om syrehalter och värden av syrebrist, ej ett ord om kolsyrehalterna. Likväl erinra vi oss från kap. 9, att när det gäller små värden av syrebrist och kolsyrehalt en viss kolsyrehalt ofta visat starkare fysiologisk inverkan än en syrebrist av motsvarande storlek. Problemet ligger emellertid ej så till, att man med någon som helst vinst skulle kunna diskutera den skogsekologiska betydelsen av kolsyrehalternas skadliga inverkan för sig. Vi känna rent fysiologiskt alltför litet om syrebehovet och kolsyretoleransen hos rotsystemen av våra skogsträd och hos markorganismerna, och den jämförande indiciemetod, som vi bl. a. därför äro hänvisade till, tillåter ej att skilja på syrebristens och kolsyrehaltens ekologiska inverkan i det av-

seende som här sysselsätter oss, då båda i stort sett variera parallellt. När i diskussionen ovan t. ex. ett sammanhang antagits mellan trädens dåliga växt och syrebrist i marken å vissa lokaler, så bör därför efter syrebrist underförstås: plus eventuellt hög kolsyrehalt. Emellertid ha vi i kap. 13 sett, att i de våta marker, där de höga värdena av syrebrist träffas, kolsyrehalterna alltid bli långt efter. Det högsta värde av kolsyrehalt, som jag överhuvudtaget funnit, var ej fullt 6 %, medan däremot syrebristen kunde bli nästan fullständig. Det antagandet förefaller därför att ha fog för sig, att i fall, där betänkligt dålig markluftning förekommer, det framförallt är syrebristen som blir farlig.

Kap. 16. Återblick. Försök till några skogligt viktiga slutsatser.

Om, av skäl som ovan anförts, den skogsekologiska detaljtolkningen av analyssiffrorna ibland erbjuder sina svårigheter och ofta ej leder till slutsatser i form av kategoriska påståenden, utan utmynnar i en diskussion, som får utgöra svar på frågan, så torde likväl så mycket vara visst, att en höggradig syrebrist i marken är en ogynnsam faktor för våra skogsträd.

Ett annat resultat av undersökningarna är mycket enhetligt och oomtvistligt. Det är, att faran för dålig markluftning framför allt kommer från vattnet i marken. De höga värdena av syrebrist har jag utan undantag funnit endast i våt mark, och omvänt har jag med ett par undantag funnit även den satsen gälla, att så snart marken sommartiden är så våt, att vatten kommer med provet, en större syrebrist än vanligt finnes i markluften. Undantagen gälla dels starka sluttningar, där vattnet är starkt rörligt, dels området ovan grundvattensnivån i mossar, där särskilda förhållanden råda, som diskuterats i kap. 14.

Vi påpekade i början av avhandlingen (kap. 3) den tämligen självklara saken, att värdena av syrebrist i marken måste bestämmas dels av intensiteten hos de syreförbrukande processerna, dels av gasutbytets livlighet. Den första hänger intimt samman dels med halten av i nedbrytning stadd organisk substans i marken, dels med temperaturen. Beträffande gasutbytet visade vår utredning avd. II, att den viktigaste därvid verksamma faktorn måste vara diffusionen, och att denna för marker sådana som våra naturliga skogsmarker bör vara den enda, som praktiskt taget kommer i fråga. Diffusionen förlöper i jordens luftfyllda porer med ungefär samma hastighet i jordar av den mest olika struktur, kornstorlek och porositet samt under olika väderleksförhållanden, men är betydligt ned-

satt i extremt finkornig jord (kompakt lera) och går ytterligt långsamt i vatten. Det är därför i huvudsak den luftfyllda porvolymen i jorden som det kommer an på. Är denna tillräcklig, föreligger utom möjligen i lermarker ingen risk för dålig markluftning i de biologiskt viktiga skikten. Mina analyser visa, att med den omsättningshastighet, som råder i våra svenska skogsmarker, lufthalten hos dessa i normalfuktigt tillstånd även utan några luckringsåtgärder är fullt tillräcklig för en fullgod markluftning. Detta gäller skogsmarker på morän, sand etc.; extrema lermarker kunna analyserna ej säga något om. I vattendränkt mark kan å andra sidan lufthalten gå ned till nästan ingenting, och i dylika marker föreligger risk för dålig markluftning. I själva verket visade också analyserna just i dylika marker betydlig till nästan fullständig syrebrist. Även RUSSELL & APPLEYARD funno höggradig syrebrist endast i vattendränkta marker.

Det är en utbredd åsikt, att en mäktig råhumus i och för sig är ett svårt hinder för god markluftning. Mina undersökningar ha visat, att så ej är fallet, åtminstone vad beträffar våra svenska råhumusformer. Rᵾumusmarkerna foga sig tvärtom alldeles i det nyss givna skemat: är marken ej alltför våt, är markluftningen god, men med stigande vattenhalt blir den dålig. Jag skulle till och med tro, att ett oförmultnat råhumustäcke av den karaktär som t. ex. i de norrländska blåbärsgranskogarna snarare är en garanti mot dålig markluftning än motsatsen. A. JOLYET framhäver i sin Traité de sylviculture (1916) skogsförnans betydelse för att skydda marken mot vattnets mekaniska inverkan. I naken jord kan ett störtregn orsaka en tillslamning av porerna i ytan med finmaterial, som även sedan vattnet försvunnit minskar genomluftningen i den underliggande jorden. I SORAUER-GRÄBNERS handbok i växtsjukdomar rekommenderas som en åtgärd för att hålla jorden väl genomluftad bl. a. att täcka den med ett lager strö just för att undvika en tillslamning i ytan. Samma tjänst som en strötäckning skulle skogsförnan enligt JOLYET (p. 348) göra i skogen, och samma roll spelar utan tvivel ännu effektivare ett råhumuslager. T. ex. å sådana marker som lerbrännorna i Norrland är sannolikt ett råhumuslager av denna anledning direkt fördelaktigt ur markluftningssynpunkt (jfr kap. 15: 7).

Det intima samband mellan vattenhalten i marken och markluftningen, som vi såväl genom vår teoretiska utredning som genom direkta markluftanalyser kommit till, i förening med det resultatet, att kornstorleken spelar så liten roll, så länge det ej är fråga om lermarker, tillåter en bedömning redan genom okulär besiktning av risken för dålig luftning i en viss mark.

I väl dränerad skogsmark på morän, sand etc. torde i vårt land

aldrig risk för dålig markluftning föreligga, hur marken i övrigt är beskaffad. I försumpade marker av alla slag finns å andra sidan alltid grundad anledning att frukta syrebrist i marken. Likaså torde risken för dålig markluftning ligga nära i vissa lermarker.

Vi citerade kap. 9 ett uttalande av den gamle växtfysiologen SAUSSURE, som går ut på, att när växter lida därav att deras rotsystem blir översvämmat, så beror detta ej på vattnet i och för sig, utan på att rötterna få för litet syre. Vattnet är växternas viktigaste näringsämne, och i ingen koncentration giftigt; därav kunna de ej få för mycket. En sådan åtgärd som dikning är därför som HESSELMAN (1910 b) påpekar från växtfysiologisk synpunkt ej en åtgärd för att bortskaffa vatten, utan för att skaffa rötterna och markorganismerna syre. Efter de resultat, som vi ovan kommit till, kan man för de flesta svenska skogsmarkers vidkommande nu även vända om denna sats och säga, att den enda praktiskt användbara metod att skaffa rötterna och markorganismerna mer syre, om de lida brist därpå, är att dika.

Att bortskaffa moss- och råhumustäcket torde däremot från luftningssynpunkt vara alldeles bortkastad möda, ja, skulle å vissa marker av nyss anförda skäl sannolikt verka motsatsen mot vad som avsetts.

Likaså måste markluckring i skogsmark anses som en ur markluftningssynpunkt onyttig eller åtminstone onödig åtgärd, hur stor betydelse av andra skäl markbearbetning än må ha.

Avd. V.

LOKALBESKRIVNINGAR.

(Anm. De använda svenska växtnamnen äro de i Nathorsts Svenska Växtnamn upptagna och finnas dessutom översatta i slutet av denna avdelning.)

1.

Skogsskifte tillhörande hemmanet Storlund och stötande intill Kulbäckslidens krp., Degerfors socken, Västerbotten. Där prov 30 togs står gammal, för trakten hög och vacker skog, en mossrik granskog på morän med inblandning av tall, gråal, björk och rönn. Markvegetationen utgöres mest av husmossor (*Hylocomium parietinum* och *proliferum*). Dessutom: enbuskar (enstaka*), blåbär, lingon (fläckvis rikligt), revlummer. linnéa, ekbräken (fläckvis rätt mycket, dock ej å de undersökta fläckarna), midsommarsblomster (likaså), skogskovall, vårfryle, gullris, ekorrbär, duvkulla.

De övriga proven (124—129) togos i ett högre liggande och magrare parti av skogen, med gammalt, tämligen oväxtligt och lavigt restbestånd av gran efter uthuggning. En och annan tall och en del björk som inblandning. I markvegetationen varken ekbräken eller midsommarsblomster och risen (lingon och blåbär) rikligare, var för sig fläckvis dominerande.

2.

Kulbäckslidens krp., Degerfors socken och revir, Västerbotten. En liten låg och flack moränås, som tunglikt skjuter in mellan omgivande myr- och försumpade marker, bär å den västra sluttningen (mot myren) tallskog, å den östra mossrik granskog, som nedåt sluttningen blir allt björnmossrikare och sedan övergår i gransumpskog. Stället återfinnes lätt å Malmströms (1922) karta över Degerö Stormyr med ledning av den skogskoja, som ligger på åsen strax intill den prickstreckade rektangel, som utmärker Kulbäckslidens försöksfält. Marken är även å de torrare partierna närmast kojan råhumusbesvärad, råhumusen är dock ej av värsta sort. En stor del av proven äro tagna nära kojan och inom försöksfältet. Å kartskissen fig. 11 äro dessa provpunkter utmärkta, de från 1920 ungefärligt (dock efter förda anteckningar), de från 1921 exakt (stegade avstånd från brunnarna). En serie prov, 111—123, äro som synes tagna längs en linje från kojan genom brunnarna V och VI ned mot en liten tallmosse, som synes både på Malmströms karta och delvis på kartskissen fig. 11. Skogen är här dålig, även på den torra marken, och sedan allt lavigare och uslare ju längre nedåt sluttningen. Markvegetationens karaktär å den torra marken framgår av nedanstående Raunkiær-analys, som härrör ungefär från den fläck, där proven 51—53 togos.

* De här och där använda beteckningarna »enstaka», »rikligt» etc. betyda ej Hult-Sernanderska grader, utan vilja endast ge en antydan, utan alla anspråk (jfr Du Rietz 1921 p. 225, 230—231), om förekomstens riklighet.

12. VII. 1919. 25 cirkelytor om 1/10 m². Analys av H. Hesselman och L.-G. Romell*. Täckningen uppskattad i tiondedelar av provytorna.

F% berechnet nach Aufnahme von 25 Kreisflächen à 1/10 m², A% nach Schätzung von Zehnteln dieser Flächen.

	F%	A%		F%	A%
Ris (Zwergsträucher):			*Melampyrum pratense* ...	16	—
Vaccinium myrtillus	100	46	*Goodyera repens*	8	—
» *vitis idæa*	68	6	*Solidago virgaurea*	4	—
Empetrum nigrum	68	5	*Luzula pilosa*	4	—
Linnæa borealis	52	—	Mossor (Moose):		
Calluna vulgaris	12	1	*Hylocomium parietinum* ...	100	41
Vaccinium uliginosum	8	0	» *proliferum* ...	100	38
Juniperus communis	4	—	*Polytrichum commune* ...	96	9
Gräs och örter (Gräser, Kräuter):			*Hypnum crista castrensis*	56	1
Aira flexuosa	88	1	*Dicranum scoparium*	12	—

En annan profillinje från den oförsumpade mossrika skogen uppe på åsen ned till sumpskogen bilda de punkter, från vilka proven 130—142 härstamma. Denna linje går ungefär parallellt med den förra omkring 300 m längre åt NW. Från de olika punkterna å denna linje gjordes följande anteckningar:

Punkt 1 (prov 130—131): Tämligen växtlig skog av gran med lövinblandning (gråal, björk, asp). Granföryngring i luckorna. Svällande matta av *Hyloc. proliferum* med lingon, blåbär, revlummer, något ekbräken. Markprofil: normal podsol med 5—8 cm blekjord, c:a 20 cm nedåt diffus rostjord, något flammig. Ovan blekjorden 5 cm skarpt avgränsad råhumus under 10 cm mossdyna.

Punkt 2 (prov 136—137): 15 steg nedåt sluttningen från 1. Markvegetation mossor, yppiga, *Hyloc. parietinum* och *proliferum*, enstaka inblandad björnmossa; blåbär, lingon, kråkris, linnéa, revlummer, björkvintergröna; duvkulla, ekorrbär, vårfryle, ekbräken (få, magra exemplar), kovall. Blåbär ganska obetydligt, linnéa ungefär lika mycket. Föryngring av gran, tall, björk, rönn. Markprofil normal podsol med 3 cm råhumus, 8—12 cm blekjord, omkring 20 cm rostjord, uppåt skarp, nedåt förtonande.

Punkt 3 (prov 132, 133): 10 steg nedåt sluttningen från 2. Blåbärsriset täcker nästan o. I stället ekbräken karaktärsväxt. Dessutom lingon, linnéa, revlummer; duvkulla, ekorrbär, vårfryle, gullris, ängskovall, kruståtel etc. Markprofil: 3—5 cm råhumus, undertill rätt multnad och mullaktig, 10—15 cm blekjord, därav övre 2 cm gråsvart, 20 cm flammig rostjord. Moränen under rostjorden våt som en gröt.

Punkt 4 (prov 134): 10 steg nedåt sluttningen från 3. Här björnmossa och fläckar av *Spaghnum Russowii* och *acutifolium*; av andra mossor *Hylocomium proliferum* och kammossa (*Hypnum crista castrensis*). F. ö. rätt mycket blåbär, vidare ekbräken etc. Markprofil: en starkt försumpad humuspodsol

* Prof. Hesselman har välvilligt tillåtit mig att publicera denna och följande Raunkiær-analyser, som ej gjorts för mitt arbete, utan i samband med prof. Hesselmans humusundersökningar.

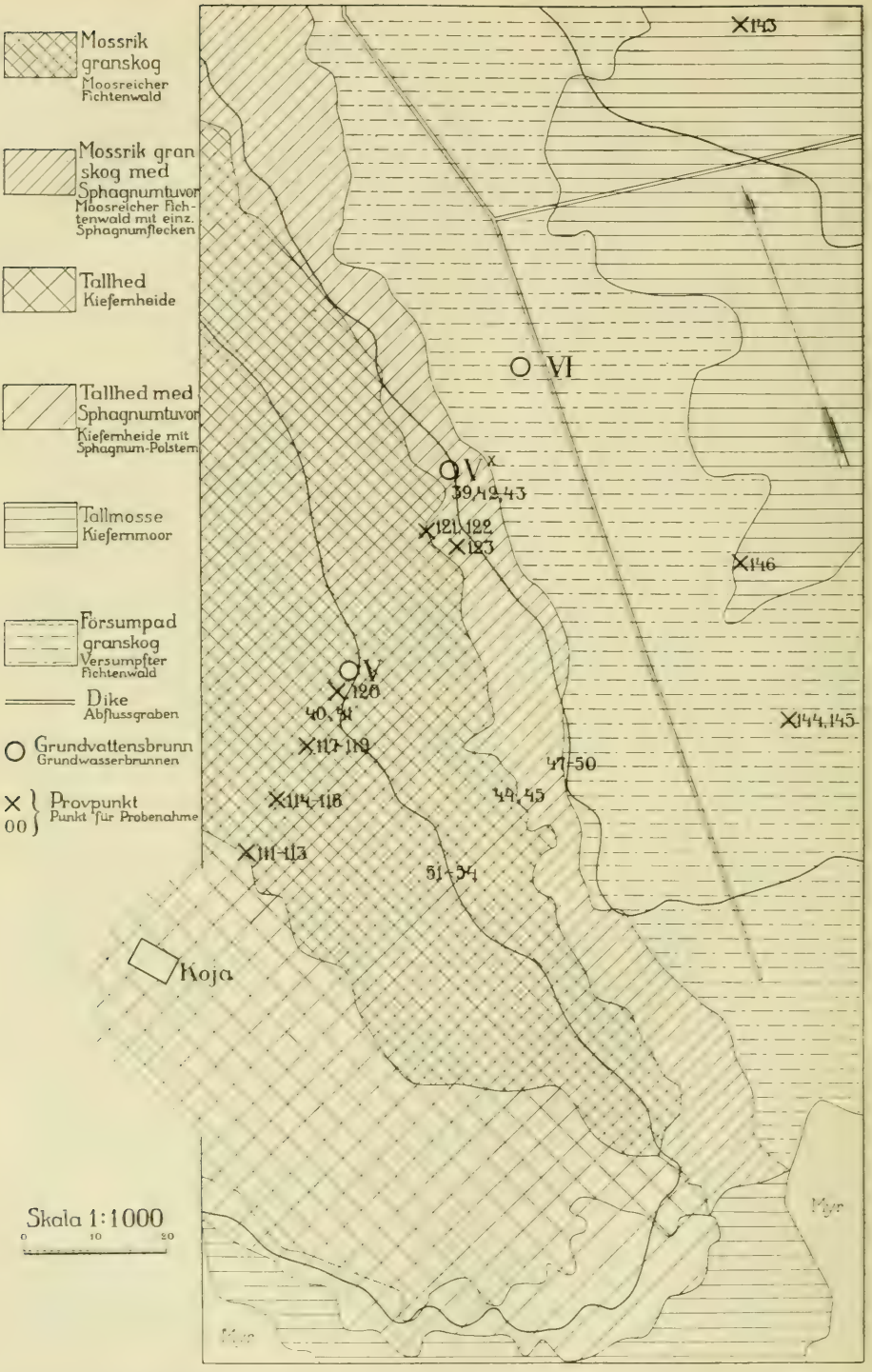


Fig. 11. Kartskiss över en del av Skogsförsöksanstaltens försöksfält vid Kulbäcksliden, Degerfors socken och revir, Västerbotten; efter karta av D. GRUFMAN 1909. De tre kurvorna, som ej äro gränser, äro höjdkurvor för varje meter. — Kartenskizze über einen Teil des Versuchsfeldes der forstlichen Versuchsanstalt bei Kulbäcksliden, Revier und Kirchspiel Degerfors, Västerbotten. Die drei stärker gezogenen Kurven sind Höhenkurven für jedes Meter. Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr 2. Die Ziffern verweisen auf Tab. XIII.

(benägen granskning av doc. TAMM) med 10—30 cm blekjord och därunder mörk rostjord, allt diffust. Gleyhorisont. Övre 5 cm av blekjorden svart. Råhumus 3 cm under förnan och mossan. Vid ett besök 3 dagar efter provtagningen stod grundvattnet på omkring 30 cm djup i den upptagna gropen.

Punkt 4 a (prov 135): Endast 3 steg nedom föregående, i en blandtuva av *Sphagnum Russowii* och björnmossa. 20 cm torv, diffus gräns mot upptill smutsig blekjord (15 cm). Starkt försumpad profil med ytterst diffusa gränser mellan skikten och med gleyhorisont. Grundvattnet stod vid besöket 3 dagar senare i gropen 20—25 cm djupt, alltså upp till torvens början.

Punkt 5 (prov 138—142): 10 steg nedom 4. Blöt mark med björnmoss- och *Russowii*-tuvor jämte tuvor av bägge *Hylocomia*. Ris: blåbär, kråkris, revlummer. I markvegetationen vidare klotstarr. Skogen: starkt björkblandad, riktigt bra unggranar trots blötan. Starkt försumpad markprofil med 20—30 cm gråaktig, översta 5 cm svart och sedan här och där alltigenom svartflammig blekjord. Prov 138 togs i en *Hylocomium*-tuva, 139—140 i en *Russowii*- och 141—142 i en björnmosstuva. På åtskilliga punkter försöktes förgäves att ta luftprov, det kom endast vatten.

Såväl försöksfältet som omgivande terränger äro numera dikade, men dikningen har ej gjort någon märkbar effekt på skogen eller markens fuktighetsgrad.

Å en del av den nämnda flacka lilla moränåsen är skogen kalhuggen. Provet 46 härstammar från detta hygge.

I den nämnda tallmossen — en rismosse med dvärgbjörk, klotstarr etc. —, som ligger i förlängningen av den första profillinjen, inom försöksfältet, samt i den angränsande sumpskogen togos några prov (143—146) i moränen under mäktig torv. Läget av dessa punkter framgår av fig. 11 och torvens mäktighet är angiven i tabellen.

3.

Statens Skogsförsöksanstalts försöksfält vid Rokliden nära Fagerheden, Piteå revir och socken, Norrbotten. En karta över försöksfältet finnes publicerad, till vilken hänvisas (HESSELMAN 1909 p. 33). Fältet är numera dikat och märkbart torrare. Den mossrika granskogen å morän är rik på blåbär och starkt råhumusbesvärad med oväxtlig, lavig skog. (Jfr fotografi hos HESSELMAN 1910 p. 102). Proven äro tagna å punkter med 10 stegs avstånd utefter en rät linje genom brunn V, som övertvärar den bukt in mot SO som zonen granskog med spridda vitmossor gör W—SW om brunn V. Sista punkten ligger helt nära (4 steg ifrån) brunn V. Profilen gicks som förut från den högre punkten till den lägre, vilket emellertid här betyder från den hotade till den friska marken. De tre första punkterna ligga å den förra, de två sista å den senare. Följande anteckningar gjordes från de olika punkterna.

Punkt 1 (prov 196 och 178): Under matta av *Hylocomium proliferum* med inblandad björnmossa 5 cm råhumus, 10 cm blekjord, sedan smutsig erällartad rostjord (humusortsten).

Punkt 2 (prov 195 och 179): Under matta av mest *Sphagnum Russowii* (eller *Girgensohnii* ?) samt kammossa och björnmossa 10 cm råhumus, 18 cm blekjord, smutsbrun rostjord, erällaktig men lösare än föregående.

Punkt 3 (prov 194 och 180): Under matta av båda *Hylocomia* med inblandad björnmossa 5—7 cm råhumus, 7 cm blekjord, 13 cm rostjord, ej erällsartad.

Punkt 4 (prov 193 och 181): Under matta av bägge *Hylocomia* 5 cm råhumus, 6—10 cm blekjord, 18 cm rostjord, ej erällsartad.

Punkt 5 (prov 192 och 182): Under matta av *Hylocomia* och kammossa med mycket blåbär 5 cm råhumus, 23 cm blekjord, 13 cm eller något mer normalfärgad rostjord, dock med en och annan erällskärna av brunare fräg.

4.

Kulbäckslidens kronopark, Degerfors socken och revir, Västerbotten. Sluttningen av Flakatjälen ned mot Storkåtatjärnsbäcken. Oväxtlig, lavig granskog å något fuktig mark (morän), där råhumusen nedtill är rätt mullartad och där markvegetationen är ganska rik:

12. VII. 1919. 25 cirkelytor om 1/10 m². Analys av H. Hesselman och L.-G. Romell. Täckningen skattad i tiondedelar av småytorna.

F% nach Aufnahme von 25 Kreisen à 1/10 m², A% nach Schätzung in Zehnteln.

Ris och trädplantor (Zwergsträucher, Baumpflänzchen):	F%	A%
Linnæa borealis	100	8
Pyrola secunda	100	8
Vaccinium vitis idæa	100	7
» *myrtillus*	88	9
Lycopodium annotinum	44	3
Sorbus aucuparia	4	—
Mossor (Moose):		
Hylocomium proliferum	100	41
Polytrichum commune	100	37
Hylocomium parietinum	96	15
Hypnum crista castrensis	44	6
Dicranum scoparium	16	—
Jungermania lycopodioides	4	—

Gräs och örter (Gräser und Kräuter):	F%	A%
Dryopteris Linnæana	96	19
Aira flexuosa	96	3
Majanthemum bifolium	84	7
Oxalis acetosella	28	—
Listera cordata	16	—
Trientalis europæa	16	—
Melampyrum silvaticum	16	—
Luzula pilosa	12	1
Calamagrostis sp.	8	—
Solidago virgaurea	4	0
Goodyera repens	4	—

5.

Degerfors socken, Västerbotten. En liten obetydlig bäckdal, blott en svacka, mellan Kulbäckslidens gård och skogskojan (se beskrivning 2). På sluttningen växer granen bättre än i omgivningen. I markvegetationen rikligt ekbräken. Tunn, delvis mullartad råhumus på morän. Nere i svackans botten blandning av gråal, gran och björk. Där prov 32 togs antecknades på marken ekbräken, midsommarsblomster, fjälltolta (steril), stenhallon, harsyra; kammossa, *Hylocomium proliferum*, *Dicranum*, björnmossa, trekantmossa. Markvegetationens sammansättning ovanför i sluttningen, där prov 31 togs, framgår av följande Raunkiær-analys:

31. VII. 1920. 25 cirkelytor om 1/10 m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna. Analys av H. Hesselman och L.-G. Romell.

F% nach Aufnahme von 25 Kreisflächen à 1/10 m². A% nach Schätzung von Vierteln dieser Flächen.

Ris och trädplantor (Zwergsträucher, Baumpflänzchen):	F%	A%
Vaccinium myrtillus	100	26
Linnæa borealis	100	—
Vaccinium vitis idæa	96	—
Pyrola secunda	40	—
Lycopodium annotinum	28	—
Picea excelsa	4	—
Sorbus aucuparia	4	—
Mossor (Moose):		
Hylocomium proliferum	100	35
» *parietinum*	96	21
Jungermania lycopodioides	76	2
Dicranum	68	3
Hypnum crista castrensis	64	1
Hepaticæ	44	—
Polytrichum commune	24	3
Gräs och örter (Gräser und Kräuter):		
Aira flexuosa	100	12
Dryopteris Linnæana	96	10
Majanthemum bifolium	92	—
Trientalis europæa	88	—
Oxalis acetosella	76	—
Luzula pilosa	48	—
Melampyrum silvaticum	20	—
Listera cordata	12	—
Melampyrum pratense	4	—
Solidago virgaurea	4	—
Geranium silvaticum	4	—

6.

Degerfors socken, Västerbotten. Vacker växtlig medelålders skog av mest gran och asp, dessutom björk, på morän i liden ovanför Kulbäcks lidens by. Prov 14 togs under aspar, på marken mest löv, dessutom enstaka gullris och ekbräken. Prov 15 togs å öppen fläck med ekbräken, gullris, ekorrbär, duvkulla etc. Även här mycket löv. I augusti nästa år (anteckningen gjordes den 9. VIII. 1921) stod på samma ställe vatten upp i och fläckvis i små pussar över ytan, och det var omöjligt att få några markluftprov.

7.

Degerfors socken, Västerbotten. Växtlig blandskog av tall, gran och gråal på mjälbotten i liden ned mot Umeälven nära Näslands by. Mjälan genomdragen av rötter och lucker. Råhumus kan man knappt tala om; jorden tämligen mullartad. Markvegetationen frodig. Följande arter antecknades: rönn, lingon, blåbär (bägge sparsamt), björkvintergröna, linnéa; ekbräken, midsommarsblomster, ekorrbär, duvkulla, skogsfibla, harsyra, spindelblomster, vårfryle; mossor, sparsamt: björnmossa, stjärnmossa, *Hylocomium proliferum*.

8.

Kronoparken Gransjöberget, Degerfors socken och revir, Västerbotten. För trakten ovanligt vackert och resligt (granar upp till 25 m) växtligt granbestånd i stark sluttning (moräntäckt berg) ned mot den lilla sjön Djuptjärn. Å sluttningen framrinner en bäck. Provpunkterna ligga i en linje med början vid bäcken och fortsättning rätt ut från denna, hela tiden på ungefär samma höjd å sluttningen. Markvegetationens sammansättning å terrängen utom bäckens område framgår av följande Raunkiær-analys:

29. VII. 1921. 25 cirkelytor om 1/10 m². Täckning skattad i tiondedelar av småytorna. Analys av H. Hesselman och L.-G. Romell.

F% nach Aufnahme von 25 Kreisflächen à 1/10 m², A% nach Schätzung von Zehnteln.

Ris och trädplantor (Zwergsträucher, Baumpflänzchen):	F%	A%
Linnæa borealis	100	2
Vaccinium vitis idæa	96	2
Pyrola secunda	92	2
Vaccinium myrtillus	72	8
Pyrola uniflora	32	—
Sorbus aucuparia	24	—
Picea excelsa	12	—
Populus tremula	4	—
Mossor och lavar (Moose, Flechten):		
Hylocomium proliferum	92	50
» *parietinum*	68	12
Hypnum crista castrensis	20	2
Peltigera malacea	12	0
Blad och barr (tote Blätter, Nadeln)	—	14
Gräs och örter (Gräser, Kräuter):		
Oxalis acetosella	96	—
Dryopteris Linnæana	88	8
Majanthemum bifolium	72	—
Aira flexuosa	32	1
Geranium silvaticum	32	—
Solidago virgaurea	20	—
Trientalis europæa	16	—
Luzula pilosa	16	—
Goodyera repens	12	—
Carex digitata	8	—
Listera cordata	4	—
Hieracium sp.	4	—
Paris quadrifolia	4	—

9.

Fagerheden, Piteå socken och revir, Norrbotten. Växtligt blandbestånd av tall, gran, gråal, björk och rönn på sand i stark sluttning ned mot Rokån. På marken antecknades: enbuskar; blåbär, lingon, björkvintergröna, stenhallon, linnéa; ekbräken, kruståtel, vårfryle, hönsbär, gullris, ekorrbär, duvkulla, fräken, kovall; mossor, sparsamt: björnmossa, *Polytrichum juniperinum*, *Hylocomium parietinum*.

10.

Rokliden nära Fagerheden, Piteå socken och revir, Norrbotten. Växtlig och vacker björkblandad mossrik-örtrik granskog i liden mellan försöksfältet och Rokån. Proven togos i närheten av grundvattensbrunn 18 (jämförelsebrunn för mätningarna å försöksfältet). En fotografi av skogen vid lokalen i fråga återfinnes hos HESSELMAN 1910 b p. 103. Markvegetationen hyser rikligt med örter: ekbräken, hultbräken, skogsbräken, stenhallon, gullris, fjälltolta, harsyra etc. I bottenskiktet här och där enstaka vitmossfläckar. På många ställen är marken endast täckt av löv och mossor saknas alldeles eller så när som på en och annan stjärnmossa och levermossor. Markprofilen är en mulljordsprofil.

11.

Kulbäckliden, Degerfors socken, Västerbotten. Vacker mossrik tallskog på sand nedanför byn. Markbetäckningen består mest av *Hylocomium parietinum* och lingonris.

12.

Åhedens kronopark, Degerfors socken och revir, Västerbotten. Skogsförsöksanstaltens försöksyta nr 93 i lavrik tallhed å en plan älvsandsterrass vid Vindelälven. Beståndet anses vara 75 år 1921. Nästan rent självsått tall-

bestånd med någon björk och marbuskar av gran. Medelhöjd av kvarvarande bestånd 13,2 m, medeldiameter 14,2 cm, 983 träd pr har.* Provytan är ytterst jämn och ensartad. Provpunkterna ligga med jämna mellanrum å en rät linje, som går diagonalt NW—SO över ytan. Markbetäckningens sammansättning framgår av följande Raunkiær-analys.

1. VIII. 1921. 25 cirkelytor om 1/10 m². Täckning skattad i tiondedelar. Analys av H. Hesselman och O. Tamm.

F% nach Aufnahme von 25 Kreisflächen à 1/10 m², A% nach Schätzung von Zehnteln.

Ris och trädplantor (Zwergsträucher, Baumpflänzchen):	F%	A%
Vaccinium vitis idæa	100	6
Calluna vulgaris	64	5
Pinus silvatica	32	—
Gräs och örter (Gräser, Kräuter):	0	—
Mossor och lavar (Moose, Flechten):		
Cladina silvatica	100	10
Cladina rangiferina	100	9
Cladonia	88	1
Stereocaulon paschale	64	1
Cladina uncialis	50	1
Hylocomium parietinum	44	2
Cetraria islandica	20	—
Dicranum	12	—
Polytrichum piliferum	4	—
Blad och barr (Laub, Nadeln):	—	76

13.

Åhedens kronopark, Degerfors socken och revir, Västerbotten. Tallhed av mer mossrik typ på mjälsand. Uppfrysningsmark, ingen markprofil. Markvegetation enligt Raunkiær-analys:

1. VIII. 1921. 20 cirkelytor om 1/10 m². Täckning skattad i tiondedelar. Analys av H. Hesselman och O. Tamm.

F% nach Aufnahme von 20 Kreisflächen à 1/10 m², A% nach Schätzung von Zehnteln.

Ris (Zwergsträucher):	F%	A%
Vaccinium vitis idæa	100	16
Calluna vulgaris	80	5
Gräs och örter:	0	—
Mossor och lavar (Moose, Flechten):		
Cladina rangiferina	100	19
» *silvatica*	100	15
Polytrichum commune	70	1
Cladina uncialis	65	1
Hylocomium parietinum	50	6
Dicranum	35	0,5
Polytrichum juniperinum	20	—
Cetraria islandica	10	—
Stereocaulon paschale	5	0,5
Blad och barr (Laub, Nadeln)	—	59

14.

Fagerheden, Piteå socken och revir, Norrbotten. Gles, svårföryngrad tallhed på sand (beskrivning och avbildning hos Hesselman 1910 b p. 31 ff. samt fig. 1 och 4). Proven 56—57 togos intill Skogsförsöksanstaltens försöksyta (jfr. Hesselman 1917 p. 1245 ff. och fig. 9—10). Prov 56 togs i en renlavsfläck, prov 57 i en fläck med ljung. Å den senare punkten antagligen ortsten, ty sonden gick ej ner längre än till 25 cm. Prov 168 togs å en

* Dessa uppgifter liksom några andra nedan (beskr. 20, 23, 24) publicerade med vänligt tillstånd av prof. Schotte.

annan del av heden å en särskilt utletad punkt med stark skenhälla, som genom sondering med en stenborr konstaterades vara sammanhängande å ett område med 10 m diameter runt omkring den punkt där provet togs.

15.

Tallhed å stenig morän ej långt från Långträsks station, Norrbotten. Markbetäckning ymnig renlav *(Cl. silvatica* och *rangiferina)*, dessutom enstaka islandslav och å enstaka fläckar *Hylocomium parietinum*. Ris: lingon rikligt, blåbär rikl.—str., fläckvis kråkris. Enstaka fläckar med rikligt blåbär, strödda fläckar med ymnigt lingon, likaså med nästan ren renlav. Prov 164—165 togos i en renlavsfläck, prov 166—157 i fläckar med lingon och kråkris.

16.

Mossrik barrblandskog av lingontyp på mark med mäktig skenhälla vid Rosinedal, Degerfors socken och revir, Västerbotten. Lokalen beskriven hos Tamm 1920 p. 212—213. Proven togos något tiotal meter in i skogen från det grustag, som avbildas å Tamms tavla 4, å två olika fläckar med en 5 m mellanrum. Där prov 163 togs var skenhällan hårdare så att sonden ej gick att klubba ner längre än 45 cm = 20 cm djupt i skenhällan.

17.

Område invid Kvarntjärns utlopp, Fagerheden, Piteå socken och revir, Norrbotten. Lokalen är beskriven av Tamm (1920 p. 217 ff., med karta fig. 21). Marken är mäktig sand, i vilken bildats en hård och mäktig skenhälla. De 5 undersökta punkterna ligga ungefär sålunda: fyra i hörnen av en kvadrat, vars östra sida bildas av väderstreckspilen å Tamms karta, och den femte rätt öster om den sydostliga av dessa punkter på ett avstånd lika med kvadratens sida. Tre punkter ligga sålunda utom, två inom kartbilden.

18.

Ett stycke på andra sidan Rokån, räknat från förra lokalen, ligger en liten rismyr, som min hantlangare kallade Förstkavvle, om jag uppfattade rätt. Nedåt stöter denna rismyr intill en liten ås av grusblandad sand. Åsen avskäres av en liten dal, där rismyren har sitt utlopp (detta är numera upprensat och myren rätt torr). I denna ända av åsen överallt eräll. Lokalen liknar ganska mycket den vid Kvarntjärnsravinen, och troligen är ortstenen allokton och betingad av genomsipprande vatten från rismyren. Där prov 174 togs hade markprofilen följande utseende: 7 cm blekjord, därunder omkring 35 cm klarröd rostjord, alltigenom mer eller mindre erällartad, men lös i jämförelse med lokal 17. Skogen på åsen består mest av gran. Markvegetationen är hedartad med renlav, dock rätt mycket mossor och blåbär och lingon.

19.

Liten ljunghedsbacke å kronojägarebostället Klippan å Vallåsens kronopark i Växtorps socken och Halmstads revir, Halland. Ovanför ligger en mosse, som rinner av genom ett surdrag strax intill (ett tiotal meter nedanför punkt 1). Ljungbacken är mycket låg, höjer sig knappt över mossens yta. Bland

ljungen snip (*Eriophorum alpinum*), blåtåtel, vidare renlav etc. Tynande små gula granar, 0,3—1 m höga vid 35 år. Längre bort från mossen, på sluttningen bort ifrån denna, dock en tät grupp vackrare granar. Punkterna 1, 2, 2a, 3 och 4 ligga ungefär i en rät linje, ungefär parallell med mosskanten, punkt 1 närmast surdraget och punkt 4 högst. Punkt 5 ligger snett ut från linjen i gruppen av vackra granar. Vid punkterna 1, 2 och 3 grävdes och följande antecknades angående markprofilen:

Punkt 1: 10—15 cm ljungråhumus, svart, fast och seg, känns rätt fuktig trots torkan, därunder grå sand med oregelbundna starkt färgade rostflammor.

Punkt 2 (7 m från 1): 5 cm förna, 10 cm ljungråhumus, nedåt sandig (häri torde alltså vara inräknat en del av blekjorden). Nedanför grå sand med svarta partier.

Punkt 3 (5 m från 2): förna 5 cm, ljungråhumus 12 cm, övergår utan skarp gräns i smutsigt grått underlag.

Ett prov (238) togs ute å tuvullmossen c:a 30 m från punktraden 1—3, i en tuva med ljung, blåtåtel och renlav.

20.

Helt nära förra lokalen. En ljunghedsbacke med för det mesta små usla (ej meterhöga vid 35 år) tynande gula granar, men här och där täta grupper av lika gamla granar som kommit sig bra på väg. Kubikmassemedelhöjden för en Skogsförsöksanstaltens försöksyta (n:r 214) som är utlagd å lokalen ifråga har uträknats till 4,3 m år 1918. Hälften av träden å provytan nå emellertid ej brösthöjd. Ljungbacken sluttar ned mot samma mosse som stöter intill den förra lokalen (19).

Provpunkt 1 (prov 71, 202, 203) ligger i en tät grupp växtliga granar (4—6 m) å provytan. Ljungen är här tynande eller död och marken täckes av *Hylocomium parietinum*. Under mossmattan 3 cm förna, 5 cm gråsvart ljungråhumus.

Punkt 2 (prov nr 201) ligger 15 steg från 1 nedåt backen och punkt 3 (prov nr 69 och 70) ytterligare 5 steg nedåt, bägge bland dåliga granar. I markbetäckningen sågs utom ljung lingon, hönsbär och renlav. Markprofil vid punkt 3: 5 cm förna, 10 cm svart ljungråhumus, 10 cm svartflammig blekjord, c:a 20 cm rostjord. Punkt 4 (prov 199—200) ligger ännu 5 steg nedåt backen bland dåliga granar i tät ljungmatta med blåbär, lingon, hönsbär, i bottenskiktet bägge *Hylocomia*, och punkt 5 fem steg nedom punkt 4 å likadan fläck med om möjligt ännu sämre granar. Punkterna 6 och 7 fortsätta ej linjen, utan ligga för sig rätt långt från de övriga i var sin grupp av vackra (upp till omkring 10 m höga) granar nere mot mosskanten. Vid punkt 6 är marken under granarna nästan naken med enstaka lingon och hönsbär, vid punkt 7 sågs gles skuggformig ljung, lingon, kruståtel, *Hylocomium parietinum*.

21.

Ljunghedssluttning å Vallåsens kronopark (II. blocket, I. skiftet, avdelning 45, enligt benägen uppgift av kronoj. T. B. Nilsson) med gula och dåliga granar som vid 35 år äro ungefär så höga som ljungen (= upp till knät). Bland ljungen växer klockljung, lingon, blodrot, kornfibla, hönsbär (punkt 3),

snip, i bottenskiktet *Hylocomium parietinum* och renlav. Enbuskar förekomma ej. Små tallar, sådda 1914, ha ännu ej gjort någon effekt på granen.

Prov togos å fem punkter med 10 stegs avstånd efter en linje uppåt sluttningen. Punkt 1 ligger alltså lägst, punkt 5 högst. Vid punkt 4 är ljungen kortare (3 dm) och renlaven rikligare. Vid punkt 1 och 4 grävdes och följande antecknades om markprofilen: punkt 1, ljungråhumus 13 cm, kolsvart jord 13 cm, rostbrun jord ungefär lika mycket, sedan gråfärgat material; punkt 4, ljungråhumus 6—8 cm, därunder grå, ej svart jord 13 cm, sedan gult-rostfärgat material med svarta flammor.

22.

Ljunghed med enbuskar, små tallar och små gula granar (självsådd) vid Ubbhult i Sätila socken, Västergötland, helt nära Ö änden av Tölö kronopark till Göteborgs revir. Bland ljungen växte pors, starr, duvkulla, lingon, blodrot, örnbräken. Ljungråhumus 5—10 cm, nedtill mullartad. Jorden kändes fuktig trots torkan, men ej våt.

23.

Statens Skogsförsöksanstalts försöksyta n:r 20:VI å Vallåsens kronopark, Växtorps socken, Halmstads revir, Halland. Lavrik ljunghed med enbuskar, besådd med bergtall 1905. Har förut burit ett (självsått?) glest tallbestånd, som avverkats. Förutom de meterhöga bergtallarna, enbuskar och ljung observerades: rönntelningar, lingon, enstaka blåbär, kråkris, örnbräken, blodrot, vårfryle, duvkulla, stor blåklocka (?;steril), kruståtel, ekorrbär; *Hylocomium proliferum* och *parietinum*, *Dicranum*, renlav. Proven togos å fyra fläckar med fem stegs mellanrum.

24.

Statens Skogsförsöksanstalts försöksyta n:r 213, helt nära föregående, i kulturskog av gran å samma slags mark. Granbeståndet 31 år 1921, mycket tätt (kvarvarande bestånd 7 093 träd pr har efter gallring 1918). Medelhöjd å det 1918 utgallrade 9 m, å kvarvarande bestånd 7 m (1918). Å marken glest mosstäcke av bägge *Hylocomia*, kammossa och *Dicranum*; dessutom iakttogos steril kruståtel och ett och annat svagt, sterilt blåbärsindivid. Råhumus torr, lucker, genomdragen av mycket rötter, ofta vitfiltig av svamphyfer, men ej bladig. Prov togos å fyra punkter med några stegs avstånd mellan punkterna.

25.

Lokal liknande föregående, ännu tätare kulturskog av gran å gammal ljungmark invid Klippans kronojägareboställe å Vallåsens kronopark. Beståndet ungefär lika högt och gammalt som föregående. Marken naken, endast täckt av barr.

26.

Dalby kronopark, Dalby socken, Norra Skånes revir, Skåne. Högproduktiv kulturgranskog å gammal ljungmark. Marken naken, endast täckt av barr.

27.

Hesslebohultet å Vallåsens kronopark (II. blocket, V. skiftet, avdelning 43) i Växtorps socken och Halmstads revir, Halland. Gammal, gles bokskog med dålig växt och träden torkande i topparna. I markbetäckningen dominerar där proven togos blåbärsris. Marken mycket torvig: bokråhumus omkring 25 (15—30) cm, bladig, seg, rätt fuktig nedåt. Marken gungar under fötterna.

28.

Hallands Väderö, Skåne. Råhumusmark med dåliga bokar och lavig björk nära Sandhamn. På marken sågs blåbär, ljung, kråkris, rönn; kruståtel, vårfryle, duvkulla; trekantmossa. Omkring 5 cm råhumus, vid punkt 1 relativt lucker, vid punkt 2 seg, gråvit, hopfiltad av svamphyfer.

29.

Bokskog på en fastmarksudde invid Kapellhamnskärret, Hallands Väderö, Skåne. På marken växte harsyra, buskstjärnblomma, duvkulla, ekorrbär. Där proven togos endast löv på marken. På samma fläck bestämdes kolsyreavgivningen från marken, se tabell V. kap 5.

30.

Hallands Väderö, Skåne, under ekar (Kungseken). Underväxt av hassel och benved, fläckvis björnbärssnår. Frodig markvegetation av nässlor, skogssyska, fårkummer, vitsippor etc. Marken består av svallat grus- och sandmaterial, växlande i kornstorlek från punkt till punkt. Vid punkt 1 (prov 79, 89) kan man säga att marken är en mycket stenig sandmylla. Prov 88 togs i en liten sluttning en bit ifrån; här ingen sand, endast grövre material.

31.

Dalby hage, Dalby, Skåne. Punkt 1—4 i blandskog av ädla lövträd på lermylla. Punkt 1 (prov 90): alm-ekskog; i markvegetationen dominerar skogsbingel (ymnig), dessutom enstaka häxört, fårkummer, nässlor. Punkt 2 (prov 91): en bit ifrån 1, kirskål och skogsbingel. Punkt 3 (prov 92): en bit ifrån, nästan endast häxört, något skogsbingel. Punkt 4 (prov 93): fläck med hallon, skogssyska, manshöga nässlor, skogsbingel, i ung snårskog av hassel, björk, ask, hagtorn i en öppen glänta mellan gamla ekar och almar. Punkt 5 (prov 99): i en annan del av hagen; bokskog med skogsbingel.

32.

Övedskloster, Skåne. Välskött medelålders högproduktiv bokskog på bästa mark. Markvegetationen karaktäriseras av ramslök (ymnig), vitsippa, skogsbingel, majsmörblomma etc. Vid provtagningen var torkan så svår att bingeln stod och hängde och boklöv dråsade i förtid.

33.

Prestorpshultet, Vallåsens kronopark (II. blocket, III. skiftet, avdelning 9), Växtorps socken, Halmstads revir, Halland. Bokskog på god bokmark, ingen råhumus eller endast antydan därtill. Brunjordsprofil, daggmask i jorden. Föryngring i luckor god utan markberedning. Marken täckt av vissna löv

eller med strödda harsyra, ekbräken, ekorrbär och enstaka skogssallat, vårfryle, rönnplantor, bokplantor, kruståtel, blåbär, ärenpris. Detta gäller punkt 1—2 (prov 217—218). Punkt 3 (prov 219) ligger ett stycke ifrån, på andra sidan backen, dock i samma skogsparti. Här någon cm tydlig råhumus och tydlig podsolprofil, mer gräs och mossor i markbetäckningen: kruståtel, ven, mjuktåtel, vårfryle, ärenpris, harsyra; björnmossa, *Dicranum* etc.

34.

Lövkärr vid Osttjärnsbäcken, Degerfors socken, Västerbotten. Trädbestånd: mest björk, dessutom gråal, gran, tall, rönn; buskskikt av höga viden. Frodig markvegetation av älggräs, vänderot, midsommarsblomster, tuvtåtel, borsttistel, fräken, kärrviol, småvintergröna, solöga, gullris, ekorrbär, duvkulla, konvalje, vårfryle, ormrot, maskros, ekbräken, harsyra; i bottenskiktet stjärnmossa. Bottnen är lera, men det är på sina ställen långt dit, ty marken är ofta hålig och liksom underminerad (övervuxna små rännilar?). Så vid punkt 2. Här växte mest ekbräken och av växter som ej förut blivit nämnda mjölke, stenhallon, trollbär, jämna, linnéa, en *Calamagrostis*; i bottenskiktet en *Dicranum* och *Hylocomium proliferum*.

35.

Kapellhamnskärret, Hallands Väderö, Skåne. Proven 80—82 togos på en fläck med naken kärrmull utan vegetation. De närmaste växterna voro blåstarr och kärrviol. Kärret var vid tillfället alldeles ovanligt torrt. Man kunde gå obehindrat var som helst utan att bli våt om fötterna. I vanliga fall står vattnet upp i eller över ytan.

36.

Lerbränna mellan Hvalftjälen och Kulbäcksliden, Degerfors socken, Västerbotten. Skogsbestånd mest tall, något gran, björk, gråal. I huvudsak blåbärsrik mossig tallskog. Vid punkt 2 förutom blåbär och mossor höga sterila mjölkeplantor, stenhallon, klotstarr.

37.

Degerö Stormyr, Degerfors socken och revir, Västerbotten. Myrkomplexet skildras ingående hos Malmström 1922. Prov 11 och 55 togos i *fuscum*-tuvor på myren rätt utanför kojan (jfr beskrivning 2), prov 16 i en sträng å samma del av myren (vitmossa med rosling, hjortron, små tallar etc.). Prov 37 och 38 togos i en rismosse med dvärgbjörk och dålig tall strax SW om Stormyrtjälen i närheten av den å Malmströms karta utmärkta källan.

38.

Kulturmarker, samtliga i Degerfors socken, Västerbotten. Prov 19 togs å en gårdsplan vid Näsland (invid Umeälven). Marken fin mjälig älvsand, provet togs invid en gödselhög bland feta och frodiga groblad. Prov 23 togs i ett potatisland på älvsand strax intill. Prov 29 stammar från en backsluttning vid Kulbäcksliden, starkt påverkad av kreaturstramp och betning och täckt med kort snaggig gräsmatta med bl. a. stagg och en och annan liten fläck med insprängd vitmossa. Prov 147 och 148 togos i en linda vid Kulbäcksliden och 149—150 i en havreåker strax intill.

AVD VI.

TABELLER.

Tab. 1. **Sammanställning av mark-**
Tab. 1. Zusammenstellung von Boden-

Lokal Ort	Undersökningsperiod Jahreszeit	Djup Tiefe dm	Medeltal Mittel volymprocent O_2	Antal best. Anzahl Analys.	CO_2	Antal best. Anzahl Analys.	
Frankrike, gödslade åkrar och trädgårdsland	IX—X	3—4	16,1	5	3,6	7	1
» ej nygödslade åkrar, vinberg etc.	IX	3,5	19,7	»	0,9	»	2
» fuktig äng	»	?	19,4	1	1,8	1	3
» skog, grusblandad sand på lätt lera ...	»	3,5	19,6	»	0,9	2	4
» lertag i skogen	IX—X	3,5—4,5	19,7	»	0,8	3	5
» sandtag i skogen	X	4,5	—	—	0,2	2	6
München, grusgång i stadsträdgård, grusbotten ...	I—II	6,7	—	—	0,2	12	7
» d:o, medeltal av 6 års observationer ...	I—XII	15	—	—	0,6	658	8
» » » » » » » ...	»	40	—	—	0,9	686	9
Calèves, Schweiz, trädgårdsjord	II—XI	2,5	—	—	0,6	19	10
» » »	»	10	—	—	1,3	20	11
Dresden, trädgårdsland på grus; grundvatten 7 m under ytan...	I—XII	20	18,2	6	2,4	96	12
» » » » » ...	»	40	16,9	»	4,2	98	13
» » » » » ...	»	60	15,6	»	5,5	96	14
» mäktig älvsand med nyplanterad skog; grundvatten 18 m under ytan...	»	20	—	—	0,4	42	15
» » » » » ...	»	40	—	—	0,3	»	16
» » » » » ...	»	60	—	—	0,3	41	17
Calcutta, »sedan 25 år orörd, ej förorenad mark»...	»	9	—	—	—	—	18
» » » » » » » » ...	»	18	—	—	—	—	19
Farafreh, Libyska öknen, öken	?	5	—	—	0,1	1	20
Dachel, » » »	»	10	—	—	0,0	»	21
» » » »	»	12,5	—	—	0,0	»	22
Farafreh, » » palmträdgård.....	»	10	—	—	0,3	»	23
Klausenburg, Ungern, gräsmatta i stad, mycket humusrik jord på sand...	XI—VII	10	19,2	2	1,9	18	24
» » » » ...	»	20	18,6	4	3,8	35	25
» » » » ...	»	40	8,6	2	10,8	17	26
» fruktträdgård på sandmärgel	XII—VII	10	20,3	1	0,9	7	27
» » » »	»	20	19,4	»	1,4	»	28
Boston, grusfyllning på dy	V—VII, IX	c:a 7,5	—	—	0,4	5	29
» » » »	V	» 12	—	—	0,2	»	30
» » » »	V—I	18	—	—	1,0	22	31
» » » »	»	30	—	—	1,1	18	32
München, grusgång, olika ställen	V	20	—	—	0,5	9	33
» gräsmatta, » »	»	»	—	—	0,3	6	34
» tomt, impregn. m. föroreningar, olika ställen	VI	»	—	—	6,9	11	35
» kyrkogård, olika ställen...	»	»	—	—	4,6	18	36
Aschaffenburg, Tyskland, blottad trädgårdsjord ...	I—XII	10	—	—	1,7	c:a 60	37
» » samma jord, akaciesnår...	»	»	—	—	1,1	» »	38
Spessart, » lerig sand på sandsten, 36-år. gran—bok...	»	0,5	—	—	0,1	» 40	39
» » » » » ...	»	5	—	—	0,4	» »	40
» » » » » ...	»	10	—	—	0,4	» »	41
» » samma mark, gödslad åker	»	5	—	—	1,9	» »	42
» » » » » »	»	10	—	—	1,9	» »	43
Planegg, Bayern, kalkhaltig lätt lera, 60-år. gran...	»	7	—	—	1,2	» 35	44
» » » » » 60-år. bok ...	VI—X	»	—	—	0,7	» 20	45
» » samma mark blottad	I—XII	»	—	—	1,3	» 35	46

[1] Dessa extremvärden äro extremer bland månadsmedia, ej enkelbestämningar. — Diese Extrem-

luftanalyser ur litteraturen.
luftanalysen aus der Literatur.

	Extremer, volymprocent								
	O_2				CO_2				
	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	Källa Quelle
1	19,7	—	10,4	—	9,7	—	0,9	—	Boussingault & Lévy 1853.
2	20,0	—	19,5	—	1,1	—	0,7	—	» » » »
3	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
4	—	—	—	—	0,9	—	0,8	—	» » » »
5	—	—	—	—	1,2	—	0,5	—	» » » »
6	—	—	—	—	0,2	—	0,2	—	» » » »
7	—	—	—	—	0,2	—	0,1	—	Pettenkofer 1871.
8	—	—	—		2,0	VII	0,03	I	D:o 1871 o. 1873, Wolfhügel 1879.
9	—	—	—	—	2,8	VII, VIII	0,2	I, II, V	» » » » » »
10	—	—	—	—	1,1	VI	0,1	II	Risler 1872—73 i Schlösing 1891.
11	—	—	—	—	2,1	VI, IX	0,4	»	» » » » » »
12	20,2	XI	16,2	VIII	5,8	IX	0,4	XII	Fleck 1873 och 1874 a.
13	17,9	»	15,8	VI	6,5	X	1,4	II	» » » »
14	17,0	V	14,8	VIII	8,1	»	1,9	»	» » » »
15	—	—	—	—	1,1	VII	0,1	XII, II	» » » »
16	—	—	—	—	0,7	»	0,1	I	» » » »
17	—	—	—	—	0,6	»	0,1	»	» » » »
18	—	—	—	—	1,1	IX	0,4	V	Lewis & Cunningham 1874 (ref. Renk 1876).
19	—	—	—	—	1,2	IX, I	0,7	III	» » » » »
20	—	—	—	—	—	—	—	—	Pettenkofer 1875.
21	—	—	—	—	—	—	—	—	» »
22	—	—	—	—	—	—	—	—	» »
23	—	—	—	—	—	—	—	—	» »
24	19,4	—	18,9	—	3,4	VII	0,7	III	Fodor 1875.
25	19,6	—	17,6	—	6,1	»	1,5	IV	» »
26	9,8	—	7,5	—	14,3	»	6,9	III	» »
27	—	—	—	—	1,7	»	0,0	II	» »
28	—	—	—	—	3,3	»	0,4	»	» »
29	—	—	—	—	0,7	—	0,2	—	Nichols 1875—76 (ref. Renk 1876).
30	—	—	—	—	0,2	—	0,1	—	» » » » » »
31	—	—	—	—	2,0	VIII	0,2	I	» » » » » »
32	—	—	—	—	2,1	»	0,2	»	» » » » » »
33	—	—	—	—	0,6	—	0,3	—	Smolensky 1877.
34	—	—	—	—	0,6	—	0,1	—	» »
35	—	—	—	—	10,6	—	3,9	—	» »
36	—	—	—	—	5,5	—	3,8	—	» »
37	—	—	—	—	3,2	VIII[1]	0,5	I[1]	Ebermayer 1877, 1878 & 1890.
38	—	—	—	—	3,0	VII[1]	0,2	III[1]	» » » » »
39	—	—	—	—	0,2	VI, I[1]	0,07	IX, X[1]	» » » » »
40	—	—	—	—	0,6	VII, IX[1]	0,2	II[1]	» » » » »
41	—	—	—	—	0,6	VII[1]	0,3	II, X[1]	» » » » »
42	—	—	—	—	3,8	IX[1]	0,2	II[1]	» » » » »
43	—	—	—	—	3,9	» [1]	0,4	II[1]	» » » » »
44	—	—	—	—	1,9	VIII[1]	0,4	III[1]	» » » » »
45	—	—	—	—	1,0	» [1]	0,4	IV[1]	» » » » »
46	—	—	—	—	2,8	» [1]	0,3	I, III[1]	» » » » »

[1] werte sind Extreme der Monatsmittel, nicht Einzelbestimmungen.

Lokal. Ort	Undersökningsperiod. Jahreszeit	Djup. Tiefe. dm	Medeltal. Mittel volymprocent. O_2	Antal best. Anzahl Analys.	CO_2	Antal best. Anzahl Analys.	
Bruck, Bayern, lera, 25-år. gran	VII—XI	7	—	—	0,7	c:a 20	1
» » » 60-år. »	»	»	—	—	1,3	» »	2
» » » 120-år. »	»	»	—	—	1,0	» »	3
» » samma mark blottad	»	»	—	—	0,7	» »	4
München, plantskola, trädgårdsjord, 6 års bok	XI—VII	1,5	20,5	17	0,6	18	5
» » » » » »	»	7	19,9	»	1,2	»	6
» » » » » gran	»	1,5	19,8	18	1,1	»	7
» » » » » »	»	7	13,7	14	9,4	15	8
» » samma jord med mosstäcke	»	1,5	19,1	17	1,9	16	9
» » » » » »	»	7	13,8	»	8,0	18	10
» » » » » gräsmatta	»	1,5	20,2	»	0,6	17	11
» » » » » »	»	7	17,6	18	4,1	18	12
» » » » blottad	»	1,5	19,9	17	1,2	»	13
» » » » »	»	7	15,6	»	7,0	»	14
Österrike, åker i träde	V	5	—	—	0,2	8	15
» kornfält, strax intill föregående	»	»	—	—	1,8	4	16
» äng	VI, X—XI	10	—	—	0,4	11	17
» »	»	20	—	—	0,5	»	18
München, hygieniska institutets gård, olika stationer	XI	5	—	—	1,7	20	19
» » » » » »	»	10	—	—	0,9	23	20
» » » » » »	»	20	—	—	0,3	30	21
Frankrike, diverse åkerfält	VI,VIII,IX,XII	2—7,5	20,3	10	0,6	28	22
» » betesmarker	»	1,5—6	18,2	8	2,2	32	23
» mycket fuktig och fet äng	VI, IX, X, XII	2—6,5	14,7	9	4,7	18	24
Paris, gräsmattor etc. i parker	IV—VIII	3—4	19,3	5	1,0	5	25
» » » » »	»	4,5—6	19,0	12	1,3	12	26
» » » » »	»	6,5—9,5	19,6	5	0,7	5	27
» hårdtrampade gångar i parker o. boulevarder	»	3—4	17,7	11	3,1	11	28
» » » » » » »	»	4,5—6	17,2	26	3,6	26	29
» » » » » » »	IV—V	6,5—9,5	17,4	16	3,4	16	30
» under asfaltbeläggning å boulevarder	V—VII	3,5—6,5	—	—	—	—	31
Rostock, åker på sandjord, naken fläck	II—XII	1,5	20,8	13	0,1	13	32
» » » » » »	»	3	20,6	»	0,2	»	33
» » » » »	»	6	20,2	»	0,3	»	34
» » » lerjord, » »	»	1,5	20,7	»	0,1	»	35
» » » » » »	»	3	20,6	»	0,2	»	36
» » » » » »	»	6	20,1	»	0,6	»	37
» » mossjord, » »	»	1,5	20,4	»	0,4	»	38
» » » » » »	»	3	20,0	»	0,7	»	39
» » » » » »	»	6	18,4	»	2,1	»	40
parceller med gröda, ogödslad sandjord	V—X	1,5—3	20,6	104	0,3	104	41
samma jord, naken fläck	V—IX	»	20,7	30	0,2	30	42
parceller m. gröda, starkt gödslad sandjord	V—X	»	20,5	104	0,4	104	43
» samma jord, naken fläck	V—IX	»	20,7	30	0,2	30	44
Bayern, granskogar på torvmark	VIII—IX	1,5	19,8	22	0,8	18	45
» alskog	VIII	»	17,9	3	2,2	3	46
» diverse mossmarker	VII—IX	»	19,8	73	0,8	53	47
» tillsådda ängar på torvmark	VIII	»	17,5	15	2,4	15	48
Lüneburger Heide, Tyskland, tallsk. på ljunghedsmark	IV—IX	3	20,0	60	0,2	120	49
» » » » d:o ut. mosstäcke	»	»	19,8	»	0,3	»	50
» » » ljunghed	»	»	19,8	»	0,3	»	51
» » » tallskog på åkerjord	»	»	19,9	»	0,2	»	52
» » » tall—gran; råhumus	»	»	20,0	»	0,3	»	53
» » » ek—bok; mull	»	»	19,9	»	0,3	»	54

[1] Dessa extremvärden äro extremer bland månadsmedia, ej enkelbestämningar. — Diese Extrem-

	Extremer, volymprocent								Källa Quelle
	O_2				CO_2				
	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	
1	—	—	—	—	1,2	VIII	0,4	XI	Ebermayer 1877, 1878 & 1890.
2	—	—	—	—	1,7	VII, VIII	0,4	»	» » » » »
3	—	—	—	—	1,5	VIII	0,5	»	» » » » »
4	—	—	—	—	2,0	VII	—	—	» » » »
5	22,1	VII	18,9	II	1,0	I, II	0,3	I, IV, XII	» » » » »
6	20,6	V	18,3	VI	2,1	I	0,6	I	» » » » »
7	20,9	I	18,7	I	1,8	II, V	0,3	»	» » » » »
8	17,3	II	11,3	VI	13,3	VII	4,4	II	» » » » »
9	21,0	XI	17,0	I	4,6	»	0,7	I	» » » » »
10	20,6	II	7,2	VI	15,2	»	2,5	II	» » » » »
11	21,0	XI, XII, II	19,0	II	1,5	I	0,02	XI	» » » » »
12	20,8	XII, I	14,9	VI	8,3	VII	0,02	»	» » » » »
13	21,0	XI	18,0	II	2,1	VI	0,2	II	» » » » »
14	19,7	I	9,8	VI	11,6	VII	2,3	I	» » » » »
15	—	—	—	—	0,3	—	0,1	—	J. Möller 1879.
16	—	—	—	—	2,2	—	1,4	—	» »
17	—	—	—	—	0,7	VI, XI	0,1	VI, XI	» »
18	—	—	—	—	1,3	VI	0,1	VI	» »
19	—	—	—	—	3,8	—	0,2	—	Bentzen 1882.
20	—	—	—	—	3,7	—	0,2	—	» »
21	—	—	—	—	0,7	—	0,1	—	» »
22	20,8	—	18,4	—	2,7	—	0,1	—	Schlösing fils 1889, 1891.
23	21,0	—	13,2	—	8,8	—	0,4	—	» » » »
24	20,8	—	10,1	—	11,4	—	0,7	—	» » » »
25	20,2	IV	17,7	VIII	2,0	VIII	0,4	IV	Mangin 1896.
26	20,4	»	13,5	»	4,3	»	0,4	»	» »
27	20,2	»	18,1	V	1,1	V	0,2	»	» »
28	19,5	VII	15,1	IV	4,9	VI	1,5	»	» »
29	19,5	IV	10,4	V	8,4	V	1,4	»	» »
30	19,5	—	15,3	—	6,0	—	1,2	—	» »
31	—	—	0,0	—	24,8	—	—	—	» »
32	21,0	X, XII	20,5	IV	0,2	VII	0,0	II	Lau 1906.
33	20,9	XII	20,4	III	0,4	»	0,1	»	» »
34	20,8	»	19,1	VIII	0,7	»	0,1	»	» »
35	21,0	»	20,3	III	0,3	»	0,1	XII, II	» »
36	20,9	XII, II	20,0	VII	0,6	»	0,1	II	» »
37	20,9	XII	19,3	VIII	1,4	VIII	0,2	»	» »
38	20,8	»	19,8	VII	0,8	VII	0,1	XII	» »
39	20,7	II	19,2	IX	1,4	VIII	0,3	II	» »
40	19,9	»	16,0	VIII	4,4	»	0,8	»	» »
41	21,0	VIII, X	20,2	»	0,8	»	0,1	X	» »
42	20,9	V, VIII	20,6	VII, IX	0,4	VII	0,1	VI	» »
43	21,0	IX, X	19.6	VIII	1,0	»	0,1	X	» »
44	20,9	VII, VIII	20,4	VI	0,4	»	0,1	VIII	» »
45	20,6	—	18,5	—	2,0	—	0,1	—	Vageler 1906.
46	19,1	—	17,3	—	2,8	—	1,5	—	» »
47	20,9	—	12,8	—	4,4	—	0,1	—	» »
48	20,3	—	11,4	—	6,1	—	0,5	—	» »
49	20,4	IV[1]	19,6	VII[1]	0,3	VII[1]	0,1	IV[1]	Albert 1912.
50	20,2	IV[1]	19,5	V[1]	0,4	»[1]	0,2	»[1]	» »
51	20,0	VIII[1]	19,5	VII[1]	0,5	»[1]	0,2	»[1]	» »
52	20,2	IX[1]	19,4	VI[1]	0,3	»[1]	0,1	»[1]	» »
53	20,3	IV[1]	19,7	VI[1]	0,4	»[1]	0,1	»[1]	» »
54	20,1	IV[1]	19,7	VII[1]	0,4	»[1]	0,2	»[1]	» »

werte sind Extreme der Monatsmittel, nicht Einzelbestimmungen.

Lokal Ort	Undersökningsperiod Jahreszeit	Djup Tiefe dm	Medeltal Mittel volymprocent O_2	Antal best. Anzahl Analys.	CO_2	Antal best. Anzahl Analys.	
Pusa, Indien, risfält med gröda, gödslade	VIII—XII	?	0,4	37	6,4	37	1
» » » » » ogödslat	VIII—XI	»	0,5	10	3,4	10	2
» » » utan » gödslat	»	»	0,6	11	2,6	11	3
» » » » » ogödslat	»	»	1,4	»	2,8	»	4
Rothamsted, England, gräsmark	I—XII	1,5	20,3	29	0,5	34	5
» » fuktig äng *(Festuca)*	»	»	15,8	16	2,7	16	6
» » » » *(Aira cæspitosa)*	»	»	18,1	15	1,5	15	7
» » vetefält, gödslat	»	»	20,2	28	0,5	33	8
» » ogödslat	»	»	20,5	27	0,3	32	9
» » träda	»	»	20,7	17	0,1	22	10
» » samma mark med vete	»	»	20,6	»	0,2	»	11
Pusa, Indien, gräsmark	I—XII	?	—	—	0,7	18	12
» » » med diken	»	»	—	—	0,4	»	13
» » samma mark öppen	»	»	—	—	0,3	»	14
Søfteland, Norge, rågfält (vid torrväder)	XII	1	21,0	1	0,0	1	15
» » » » »	»	2	20,9	»	0,0	»	16
» » trädgårdsjord (vid torrväder)	V	»	20,8	»	0,0	»	17
» » » (» våtväder)	VIII	»	20,8	»	0,3	»	18
» (» »)	VI	3,5	18,9	»	0,2	»	19
» » » (» »)	VIII	5	20,4	»	0,6	»	20
» » lärkplant. på sandmylla (vid torrv.)	XII	1	21,0	»	0,0	»	21
» » » » » (» »)	V, XII	2	18,7	2	0,1	2	22
» » tallplant. » » (» våtv.)	VI, VIII	2—2,5	20,5	»	0,7	»	23
» » granplant. » ljungmark (» torrv.)	V	1	20,8	1	0,0	1	24
» » » » » (» »)	»	3	20,7	»	0,0	»	25
» » » » » (» »)	»	4	20,6	»	0,2	»	26
» » » » » (» våtv.)	VI, VIII	2	20,5	2	0,2	2	27
» » » » » (» »)	»	3,5—4	18,7	»	1,4	»	28

Tab. II. Atmo-
Tab. II. Atmo-

Plats Ort	Undersökningsperiod Jahreszeit	Medeltal, vol.-% Mittel vol.-% O_2	Antal prov Anzahl Analysen	CO_2	Antal prov Anzahl Analysen	
Tromsö	IV—V	20,95	41	—	—	1
Dresden	»	20,93	44	—	—	2
Para (Brasilien)	»	20,92	28	—	—	3
Vaxholm (Stockholms skärgård)	X—VII	—	—	0,030	263	4
Experimentalfältet vid Stockholm	VII—V	—	—	0,032	197	5
Huså bruk, Jämtland	II—III	—	—	0,032	29	6
Norra Atlanten och Norra Ishavet	V—VIII	—	—	0,028	75	7
Södra Atlanten	IX—X	—	—	0,023	33	8
London city	X—VIII	—	—	0,047	159	9

[1] Siffrorna ange funnen halt av $O_2 + CO_2$, varifrån skulle avdragas c:a 0,03 % CO_2, vilket avdrag Die Ziffern bedeuten $CO_2 + O_2$; dem davon in Abzug zu nehmenden Betrag 0,03 % entspricht aber die von

[2] Under tät dimma. — Während dichtem Nebel.

[3] Klart väder, »bank holiday» (stor helgdag). — Heiteres Wetter, »Bank holiday».

	Extremer, volymprocent								
	O_2				CO_2				Källa Quelle
	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	
1	2,8	XI	0,0	VIII—XII	20,9	VIII	1,4	VIII	Harrison & Aiyer 1913.
2	1,4	IX	0,0	IX, XI	5,9	X	1,3	»	» » » »
3	2,2	VIII	0,0	VIII—X	4,0	»	1,6	XI	» » » »
4	5,7	»	0,0	IX—XI	5,1	»	1,4	VIII	» » » »
5	21,0	VII	18,8	V	1,7	V	0,3	I, IX	Russell & Appleyard 1915.
6	20,6	X	2,6	IV	9,1	IV	0,4	VIII	» » » »
7	20,5	VII, VIII	10,6	V	3,9	V	0,4	»	» » » »
8	20,8	X	17,6	»	2,3	»	0,2	IX	» » » »
9	20,8	IX	19,8	VI	0,8	IV	0,1	III, IX	» » » »
10	21,1	XI	20,4	XII	0,4	X	0,0	IV	» » » »
11	21,3	X	19,9	VI	0,5	VI	0,0	III	» » » »
12	—	—	—	—	1,9	IX	0,3	V	Sen 1920.
13	—	—	—	—	1,1	VII	0,2	III	» »
14	—	—	—	—	0,5	IX	0,1	V	» »
15	—	—	—	—	—	—	—	—	Gaarder och Hagem 1921.
16	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
17	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
18	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
19	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
20	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
21	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
22	18,7	(XII)	18,6	(V)	0,3	(XII)	0,0	(V)	» » » »
23	20,8	(VIII)	20,2	(VI)	0,8	(VIII)	0,5	(VI)	» » » »
24	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
25	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
26	—	—	—	—	—	—	—	—	» » » »
27	20,6	(VI)	20,4	(VIII)	0,4	(VIII)	0,0	(VI)	» » » »
28	19,0	(VIII)	18,4	(VI)	2,7	(»)	0,5	(»)	» » » »

sfärisk luft.
sphärische Luft.

	Extremer, vol.-%						
	O_2		CO_2				Källa Quelle
	Max.	Min.	Max.	Tid Monat	Min.	Tid Monat	
1	21,00	20,86	—	—	—	—	Hempel 1887.[1]
2							
3							
4	—	—	0,048	X	0,022	I, III	Selander 1888.
5	—	—	0,039	XI	0,025	VIII	Palmqvist 1892.
6	—	—	0,037	—	0,028	—	» »
7	—	—	0,035	—	0,009	—	» » o. Troili-Petersson 1898.
8	—	—	0,031	—	0,014	—	Troili-Petersson 1898.
9	—	—	0,141	[2]	0,030	[3]	Russell 1884.

emellertid numeriskt motsvaras av den av Hempel anbefallda korrektionen 0,03 i motsatt riktning. — Hempel angegebene Korrektion in entgegengesetzter Richtung.

Tab. XIII. **Markluftanalyser från svenska**
Bodenluftanalysen aus schwedischen

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
				A. **Torra råhumusgranskogar:** Trockene Rohhumusfichtenwälder:			
30	28. VIII. 1920	0	Vb	Gammal skog på bättre mark (enbuskar, örter)	1	15	20,6; 20,4
124	12. VIII. 1921	1	»	Gammal oväxtlig skog, blåbärsfläck	»	15	20,6; 20,5
125	»	»	»	d:o, samma fläck	»	30	20,1; 20,3
126	»	»	»	d:o, » »	»	60	20,3; 20,2; 20,0; 20,3
127	»	»	»	d:o, annan » (*proliferum*)	»	15	20,3; 20,4
128	»	2	»	d:o, samma » »	»	27	20,2; 20,3
129	»	»	»	d:o, » » »	»	75	20,3; 20,3; 20,4
46	2. IX. 1920	0	»	Hygge; solbränd *proliferum*	2	15	20,8; 20,6
40	31. VIII. 1920	»	»	Se kartan; blandtuva av *pariet.* + björnm.	»	10	20,2; 20,2
41	»	»	»	» björnmossa + lingon	»	10	20,0; 20,0
51	3. IX. 1920	»	»	» *prolif.* + *pariet.* + björnm.	»	15	20,5; 20,3
52	»	»	»	» » + » + kamm., blåb., ling., kråkr.	»	15	20,9
53	»	»	»	» *pariet.* nästan ren	»	30	20,2
54	»	»	»	» björnm., lingon, *Linnæa*	»	15	19,7
111	5. VIII. 1921	3	»	» *prol.* + *par.* + kamm., blåb., krustlav	»	15	20,3; 20,4
112	»	»	»	» d:o, samma fläck	»	30	20,5; 20,5
113	»	»	»	» d:o, » »	»	45	20,2; 20,2
114	»	1	»	» *prol.* + *par.* + björnm., ljung, blåb., kråkr.	»	15	19,8; 20,0
115	»	»	»	» d:o, samma fläck	»	30	19,5; 19,5
116	»	»	»	» d:o, » »	»	50	19,2; 19,1
117	»	»	»	» *prol.* + *par.* + björnm.	»	15	18,8; 18,7
118	»	»	»	» d:o, samma fläck	»	30	17,2; 16,8; 16,8
119	»	»	»	» d:o, » »	»	45	16,5; 16,3
120	9. VIII. 1921	0	»	» kamm., *prol.*, björnm., *Dicranum*	»	15	20,4; 20,3
130	12. VIII. 1921	2	»	Liknande, bättre skog (lövbland.), punkt 1	»	15	20,4; 20,4
131	»	2; 3	»	d:o, » »	»	75	20,1; 20,0; 20,1
136	15. VIII. 1921	4	»	d:o, » 2	»	15	20,1; 20,2
137	»	»	»	d:o, » »	»	75	20,3; 20,2
132	12. VIII. 1921	3	»	d:o, » 3	»	15	19,6; 19,6
133	»	4	»	d:o, » »	»	30	16,8; 16,9
193	26. VIII. 1921	2	Nb	Skog med svår råhumus, punkt 4	3	15	19,9; 19,8
181	24. VIII. 1921	»	»	d:o » »	»	56	19,2; 19,2
192	26. VIII. 1921	1	»	d:o » 5	»	15	19,9; 20,0
182	24. VIII. 1921	2	»	d:o » »	»	50	19,9; 19,8

skogsmarker och några andra marker.
Waldböden und einigen anderen Böden.

värden / werte CO_2 vol.-%	Antagna värden / Akzeptierte Werte O_2 vol.-%	Antagna värden / Akzeptierte Werte CO_2 vol.-%	Anmärkningar / Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka / Niederschlag in der vorigen Woche mm	Nederbörd föregående 2 veckor / Niederschlag in den vorigen 2 Wochen mm
0,1; 0,1	20,5	0,1	Värdena gälla två olika prov från olika fläckar	0	11
0,2; 0,2	20,5	0,2		21	56
0,3; 0,3	20,2	0,3	samma hål	»	»
0,5; 0,4; 0,3; 0,3	20,2	0,4	samma hål	»	»
0,2; 0,3	20,4	0,2	samma hål	»	»
0,4; 0,3	20,2	0,4	samma hål	»	»
0,3; 0,4; 0,3	20,3	0,3		»	»
0,0; 0,0	20,7	0,0		0	0
0,5; 0,4	20,2	0,5	några cm ned i moränen	0	1
0,3; 0,6	20,0	0,5	» » » » »	»	»
0,3; 0,4	20,4	0,3	ned till moränen	0	0
0,0	21	0	» » »	»	»
0,8	20	1		»	»
0,7	20	1	ned i moränen...	»	»
0,3; 0,3	20,3	0,3	samma hål; på 60 cm vatten	36	62
0,2; 0,2	20,5	0,2		»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,5; 0,5	19,9	0,5		»	»
0,7; 0,7	19,5	0,7	något smutsigt **vatten**	»	»
0,7; 0,7	19,2	0,7	smutsigt **vatten** + luft; samma hål; på 70 cm end. vatten	»	»
1,6; 1,7	18,8	1,6	något **vatten**	»	»
1,6; 1,6; 1,4	16,9	1,5	» »	»	»
1,2; 1,2	16,3	1,2	mest **vatten**; på 60 cm endast vatten	»	»
0,4; 0,4	20,4	0,4	några cm ned i moränen; intet vatten; på 30 cm end. vatt.	24	56
0,3; 0,3	20,4	0,3	intet vatten	21	56
0,4; 0,5; 0,5	20,1	0,5	» »	»	»
0,3; 0,2	20,2	0,2	» » samma hål	9	34
0,3; 0,3	20,2	0,3	» »	»	»
0,7; 0,8	19,6	0,8	på 60 och 75 cm endast vatten	21	56
1,5; 1,5	16,8	1,5	något **vatten**	»	»
0,6; 0,5	19,8	0,5	10 cm ned i moränen	2	11
1,1; 1,2	19,2	1,1		0	9
0,1; 0,1	19,9	0,1	någon cm ned i moränen	2	11
0,7; 0,9	19,8	0,8		0	9

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
				B. **Skog i lider med rikligare örter:** Wälder auf geneigtem Boden mit mehr Kräutern:			
12	19. VIII. 1920	0	Vb	Dålig lavig granskog med rik markflora ...	4	20	15,8; 15,8
17	20. VIII. 1920	»	»	D:o, $^1/_2$ m från första punkten	»	20	17,9; 18,2
18	»	»	»	D:o, samma fläck	»	30	17,7
33	30. VIII. 1920	»	»	D:o, » »	»	15	19,9; 19,9; 19,7
13	19. VIII. 1920	»	»	D:o, annan punkt 7 m ifrån	»	25	19,2; 19,8
34	30. VIII. 1920	»	»	D:o, samma fläck som 13, 1 m ifrån	»	15	20,1; 20,4
35	»	»	»	D:o, en 3. fläck	»	15	19,8; 20,1; 20,1
36	»	1	»	D:o, en 4. fläck (blåb., ingen ekbräken) ...	»	?	20,7; 20,7
31	28. VIII. 1920	0	»	Medelmåttig granskog i en svacka	5	15	20,0; 20,4
32	»	»	»	Samma svackas botten under gråal	»	15	20,3; 20,5
132	12. VIII. 1921	3	»	Medelmåttig gran med björkblandning	2	15	19,6; 19,6
133	»	4	»	» » » »	»	30	16,8; 16,9
14	20. VIII. 1920	0	»	Vacker lövblandad medelålders gran	6	15	19,8; 20,0
15	»	»	»	D:o, annan fläck	»	20	20,4; 20,2
20	25. VIII. 1920	»	»	Växtlig blandskog på mjälbotten	7	15	20,6
21	26. VIII. 1920	»	»	D:o, annan fläck	»	15	20,0; 20,5
22	»	»	»	D:o, » »	»	15	20,4; 20,4
102	3. VIII. 1921	1	»	Mycket vacker granskog i stark sluttning ...	8	15	20,7; 20,6
103	»	»	»	D:o, samma fläck	»	30	20,4; 20,5; 20,4
104	»	»	»	D:o, » »	»	45	19,9; 20,1
105	»	»	»	D:o, 3 steg ifrån föregående	»	15	20,1; 20,4
106	»	»	»	D:o, samma fläck	»	30	20,1; 20,4; 20,3
107	»	2	»	D:o, 9 steg från föregående	»	15	20,8; 20,8
108	»	»	»	D:o, samma fläck	»	30	20,3; 20,2
109	»	»	»	D:o, 5 steg från föregående	»	15	20,8; 20,7
110	»	»	»	D:o, 4 steg från föregående	»	15	20,7; 20,6
58	12. IX. 1920	0	Nb	Växtlig blandskog i sluttning på sand.....	9	35	20,5
59	»	»	»	Granlid med riklig örtvegetation, brunjord...	10	30	20,3
183	26. VIII. 1921	»	»	D:o, i en vitmosstuva	»	15	19,9; 19,9
184	»	1	»	D:o, samma fläck	»	50	18,6; 18,6
185	»	»	»	D:o, fläck med örter och löv	»	15	19,3; 19,3
186	»	»	»	D:o, samma fläck	»	55	18,6; 18,5; 18,3
187	»	»	»	D:o, annan fläck, granna örter, enst. vitm.	»	15	20,1; 20,0
188	»	»	»	D:o, samma fläck	»	45	19,2; 19,1
189	»	»	»	D:o, annan likadan fläck	»	15	20,2; 20,1
190	»	»	»	D:o, fläck strax intill.....	»	30	19,5; 19,2; 19,3
191	»	»	»	D:o, vitmossfläck, strax intill	»	15	19,8; 19,7

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
1,7; 1,4; 1,5	15,8	1,5	på 35 cm vatten	12	33
1,2; 1,1; 0,5	18	1		11	»
1,4; 0,6	18	1	på 35 cm endast vatten	»	»
1,0; 0,8; 1,0	19,9	1,0		0	1
0,3; 0,1	?	0,2		12	33
0,4; 0,4	20	0,4		0	1
0,7; 0,4; 0,6	20,0	0,6		»	»
0,0; 0,0	20,7	0,0		»	»
0,0; 0,0	20	0,0		0	11
0,2; 0,1	20,4	0,1	värdena gälla två olika prov från olika fläckar	»	»
0,7; 0,8	19,6	0,8	på 60 och 75 cm endast vatten	21	56
1,5; 1,5	16,8	1,5	något vatten	»	»
0,1; 0,2	19,9	0,2	aug. 1921 vatten upp i och över ytan, så att inga	11	33
0,2; 0,0	20,3	0,1	luftprov kunde fås	»	»
0,0	21	0		0	12
0,0; 0,0	20	0,0		»	»
0,3; 0,0	20,4	0,1		»	»
0,1; 0,1	20,6	0,1	samma hål; 2 m från bäcken; 1 m ifrån bäcken på	32	61
0,8; 0,5; 0,6	20,4	0,6	15 cm vatten	»	»
0,6; 0,5	20,0	0,6		»	»
0,2; 0,2	20,3	0,2	på 45 och 60 cm vatten	»	»
0,4; 0,5; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,1; 0,1	20,8	0,1		»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,1; 0,1	20,7	0,1	på 30 cm vatten	»	»
0,2; 0,2	20,7	0,2	» » » »	»	»
0,5	$20^1/_2$	$^1/_2$		11	11
0,4	20	$^1/_2$	grundvattenstånd lägre än 1,9 m	»	»
0,6; 0,7	19,9	0,6	vatten med provet	2	11
1,5; 1,4	18,6	1,5	endast luft	»	»
0,7; 0,8	19,3	0,8	annan likadan punkt på 15 cm endast vatten	»	»
1,2; 1,1; 1,1	18,4	1,1	endast luft	»	»
0,6; 0,6	20,0	0,6	intet vatten	»	»
0,9; 0,9	19,2	0,9	» »	»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,9; 1,2; 1,1	19,3	1,1		»	»
0,5; 0,6	19,8	0,5	en del vatten med provet	»	»

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
				C. »Hotad» och försumpad granskog: Fichtenwald mit *Sphagnum*, feucht bis versumpft:			
39	31. VIII. 1920	0	V b	Se kartan; björnm.-tuva	2	15	12,4; 12,0
42	2. IX. 1920	»	»	» » ; vitm.-tuva	»	5	20,3; 20,4
43	»	»	»	» » ; björnm.-tuva	»	15	15,4; 15,8
121	9. VIII. 1921	»	»	» » ; *prol.*-tuva	»	15	20,3; 20,2; 20,2
122	»	»	»	» » ; björnm.-tuva	»	15	16,0; 15,8
123	»	»	»	» » ; björnm., *prol.*, *par.*	»	15	16,2; 16,1
44	2. IX. 1920	»	»	» » ; björnm., klotstarr, lingon	»	15	11,4; 11,6; 11,6
45	»	»	»	» » ; vitm., björnm., kråkris, lingon	»	15	18,5; 18,6
47	3. IX. 1920	»	»	» » ; vitm., hjortr., klotst., kråkr., odon	»	25	1,7
48	»	»	»	» » ; d:o, samma fläck	»	15	20,7
49	»	»	»	» » ; d:o, en annan fläck	»	15	0,9
50	»	»	»	» » ; samma lokal, torrare vitm.-tuva	»	15	16,7; 16,7
144	17. VIII. 1921	1	»	» » ; i moränen under 1 m. torv	»	140	14,5; 14,4
145	»	2	»	» » ; » » » » » »	»	160	12,5; 12,5
134	12. VIII. 1921	4	»	Liknande, bättre skog, punkt 4, se beskrivn.	»	15	13,3; 13,4
135	»	»	»	d:o , » 4a, » »	»	25—30	8,1; 7,9
138	15. VIII. 1921	2	»	d:o , » 5 , » »	»	15	3,4; 3,4
139	»	»	»	d:o , » » , » »	»	15	3,5; 3,6
139a	»	1	»	d:o , » » , » »	»	30	0,4
140	»	»	»	d:o , » » , » »	»	45	1,0; 1,1
141	»	»	»	d:o , » » , » »	»	15	19,6; 19,6
142	»	»	»	d:o , » » , » »	»	30	0,8
196	26. VIII. 1921	9	Nb	Dålig skog, men torrare, punkt 1	3	15	19,6; 19,6
178	24. VIII. 1921	2	»	d:o , » »	»	50	15,6; 15,6
195	26. VIII. 1921	9	»	d:o , » 2	»	15	20,0; 19,8
179	24. VIII. 1921	2	»	d:o , » »	»	60	17,9; 17,4; 17,9
194	26. VIII. 1921	9	»	d:o , » 3	»	15	19,7; 19,6
180	24. VIII. 1921	2	»	d:o , » »	»	50	18,8; 18,6
				D. **Tallskogar**: Kiefernwälder:			
28	27. VIII. 1920	0	Vb	Mossrik tallskog på sand	11	25	20,6
151	20. VIII. 1921	1	»	Tallhed på älvsand, punkt 1	12	15	20,6; 20,7
152	»	»	»	d:o , » 2	»	15	20,7; 20,7
153	»	»	»	d:o , » »	»	60	20,5; 20,6
154	»	»	»	d:o , » 3	»	15	20,5; 20,7
155	»	»	»	d:o , » »	»	60	20,6; 20,5
156	»	»	»	d:o , » 4	»	15	20,7; 20,6
157	»	2	»	d:o , » »	»	75	20,7; 20,6
158	»	»	»	d:o , » 5	»	15	20,5; 20,5
159	»	»	»	d:o , » »	»	75	20,5; 20,4

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
3,1; 3,3	12,2	3,2	ned till moränen; på större djup vatten	0	1
0,2; 0,3	20,3	0,2	5 cm djupare vatten	0	0
2,4; 2,2	15,6	2,3	ned till moränen; **vatten** + luft	»	»
0,4; 0,3; 0,3	20,2	0,3		24	56
2,4; 2,6	15,9	2,5	30 cm endast vatten	»	»
2,7; 2,8	16,2	2,8		»	»
2,6; 3,2; 2,9	11,5	3		0	0
1,6; 1,6	18,6	1,6	ned till moränen	»	»
5,7	2	6	ned till moränen; mest smutsigt **vatten**	»	»
0,1	21	0	endast luft	»	»
5,4	1	5	mest **vatten**, en liten luftblåsa	»	»
1,6; 1,9	16,7	1,7	endast luft	»	»
3,5; 3,7	14,5	3,6	mest **vatten**, några små luftblåsor	21	45
0,9; 0,8	12,5	0,8		»	»
3,0; 3,0	13,4	3,0	på 5 ställen å 30 cm endast vatten, på ett å 15 cm likaså	21	56
5,7; 5,7	8,0	5,7	mest **vatten**	»	»
3,3; 3,5	3,4	3,4	**vatten** med provet	9	34
2,7; 2,7	3,5	2,7	ned till moränen; något svart **vatten** samma	»	»
1,6	1/2	2	15 cm ned i moränen; mest **vatten**, något luft hål	»	»
1,1; 0,6	1,0	1	mest **vatten**	»	»
1,0; 1,0	19,6	1,0	intet vatten med provet	»	»
3,2	1	3	mest **vatten**; en liten luftblåsa	»	»
0,8; 0,9	19,6	0,9	10 cm ned i moränen	2	11
2,8; 2,7	15,6	2,8		0	9
0,8; 0,9	19,9	0,8	5 » » » »	2	11
1,2; 1,1; 1,1	17,9	1,1		0	9
0,5; 0,6	19,7	0,6	5 » » » »	2	11
1,8; 1,6	18,7	1,7		0	9
0,0	21	0		0	11
0,1; 0,1	20,6	0,1		23	47
0,0; 0,0	20,7	0,0		»	»
0,2; 0,3	20,5	0,2		»	»
0,1; 0,1	20,6	0,1		»	»
0,2; 0,1	20,6	0,2		»	»
0,1; 0,1	20,6	0,1		»	»
0,1; 0,2	20,6	0,1		»	»
0,1; 0,2	20,5	0,1		»	»
0,1; 0,1	20,4	0,1		»	»

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol. %
160	20. VIII. 1921	2	Vb	Tallhed på mjälsand	13	15	20,5; 20,5
161	»	»	»	d:o	»	75	20,5; 20,3
56	12. IX. 1920	0	Nb	Dålig tallhed på sand	14	30	20,8
57	»	»	»	d:o	»	25	20,8
168	24. VIII. 1921	1	»	d:o d:o med skenhälla	»	75	20,3; 20,4
164	22. VIII. 1921	»	»	Tallhed på morän	15	15	20,6; 20,5
165	»	»	»	d:o » »	»	45	20,1; 20,3
166	»	»	»	d:o » »	»	15	20,4; 20,4
167	»	»	»	d:o » »	»	52	20,0; 19,8
				E. **Ortstensmarker**: Ortsteinböden:			
162	20. VIII. 1921	1	Vb	Älvsand med mäktig allokton ortsten	16	65	20,2; 20,0; 19,9
163	»	»	»	d:o annan fläck	»	45	19,8; 19,7; 19,7
168	24. VIII. 1921	»	Nb	Tallhed på sand med autokton ortsten	14	75	20,3; 20,4
169	»	»	»	Sand med mäktig allokton ortsten	17	75	20,1; 19,9
170	»	»	»	d:o, annan punkt	»	80	19,4; 19,3
171	»	»	»	d:o, » »	»	70	19,4; 19,3
172	»	»	»	d:o, » »	»	80	20,1; 20,1
173	»	»	»	d:o, » »	»	85	20,1; 20,0
174	»	»	»	Grusblandad sand med ortsten	18	85	19,6; 19,5
175	»	»	»	d:o, annan punkt	»	85	19,7; 19,8
176	»	»	»	d:o, » »	»	90	19,8; 19,8; 19,9
177	»	»	»	d:o, » »	»	95	19,8; 19,8
178	»	2	»	Morän med humusortsten (punkt 1)	3	50	15,6; 15,6
179	»	»	»	d o (» 2)	»	60	17,9; 17,4; 17,9
				F. **Dåliga ljunghedar**: Schlechte Heiden:			
60	3. VI. 1921	0	Hl	Vid en mosse; punkt 1 (usel gran)	19	60	19,4; 19,5
235	10. IX. 1921	1	»	d:o, 1 m från punkt 1 (» »)	»	30	8,6; 8,6
61	3. VI. 1921	0	»	d:o, » 2 (» »)	»	50	20,0; 20,1
236	10. IX. 1921	1	»	d:o, 1 » » » » (» »)	»	30	16,9; 16,9; 16,9
75	5. VI. 1921	0	»	d:o, punkt 2a mellan 2 och 3	»	25	20,0; 20,0
62	3. VI. 1921	»	»	d:o, » 3 (usel gran)	»	75	13,6; 13,9
63	»	»	»	d:o, » » (» »)	»	25	18,2; 18,3
237	10. IX. 1921	1	»	d:o, 1 m från punkt 3 (usel gran)	»	30	4,1; 4,2

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
0,2; 0,2	20,5	0,2		23	47
0,3; 0,2	20,4	0,3		»	»
0,1	21	0		11	11
0,0	21	0		»	»
0,4; 0,1	20,4	0,3	20 cm under skenhällan	0	9
0,3; 0,3	20,5	0,3		3	31
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,1; 0,1	20,4	0,1		»	»
0,6; 0,8	19,9	0,7		»	»
0,5; 0,4; 0,4	20,0	0,4	25 cm ned i skenhällan	23	47
1,0; 0,8; 0,8	19,7	0,9	20 cm » » »	»	»
0,4; 0,1	20,4	0,3	20 cm under »	0	9
0,4; 0,4	20,0	0,4	40 cm ned i »	»	»
1,2; 1,2	19,4	1,2		»	»
1,2; 1,2	19,4	1,2		»	»
0,4; 0,3	20,1	0,3		»	»
0,6; 0,5	20,1	0,5		»	»
0,9; 0,9	19,5	0,9		»	»
0,6; 0,6	19,7	0,6		»	»
0,6; 0,6; 0,6	19,8	0,6		»	»
0,8; 0,8	19,8	0,8		»	»
2,8; 2,7	15,6	2,8		»	»
1,2; 1,1; 1,1	17,9	1,1		»	»
1,4; 1,3	19,5	1,3		15	15
4,3; 4,4	8,6	4,3		3	21
0,7; 0,8	20,1	0,8		15	15
2,4; 2,7; 2,3	16,9	2,4		3	21
1,0; 0,9	20,0	1,0		1	16
3,8; 3,6; 3,0	13,7	3,7		15	15
2,2; 2,1	18,3	2,1	ny sond nedstucken bredvid den andra, som satt kvar	»	»
5,1; 5,1	4,2	5,1	något svart vätska med provet	3	21

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
74	5. VI. 1921	0	Hl	Vid en mosse; punkt 4 (usel gran)	19	25	20,6; 20,5
72	»	»	»	d:o » 5 (bra unggranar)	»	25	20,3; 20,4
73	»	»	»	d:o » » (» »)	»	40	20,4; 20,4
71	4. VI. 1921	»	»	Bra grangrupp å dålig yta (punkt 1)	20	25	20,3
202	5. IX. 1921	1	»	d:o (» »)	»	15	20,3; 20,5
203	»	»	»	d:o (» »)	»	55	21,1; 19,9; 19,9
201	»	»	»	Bland dålig gran, samma yta (punkt 2)	»	15	19,9; 19,9
69	4. VI. 1921	0	»	» » » , » » (» 3)	»	25	20,6; 20,6
70	»	»	»	» » » , » » (» »)	»	50	20,5; 20,7
199	5. IX. 1921	1	»	» » » , » » (» 4)	»	15	19,8; 19,8
200	»	»	»	» » » , » » (» »)	»	60	19,4; 19,3
197	»	»	»	» » » , » » (» 5)	»	15	19,9; 19,9; 20,1
198	»	»	»	» » » , » » (» »)		60	19,8; 19,9
204	»	»	»	Bra grangrupp å » » (» 6)	»	15	20,4; 20,6
205	»	»	»	» » » » (» »)	»	60	20,2; 20,5; 20,3
206	»	»	»	» » » » » (» 7)	»	15	19,0; 18,9; 19,0
207	»	2	»	» » » » » (» »)	»	55	18,3; 18,4
208	7. IX. 1921	0	»	Fält med usel gran, punkt 1	21	15	20,2; 20,3; 20,3
209	»	»	»	d:o , » »	»	60	18,1; 18,2
210	»	»	»	d:o , » 2	»	15	17,4; 17,5; 17,5
211	»	1	»	d:o , » 3	»	15	19,2; 19,2
212	»	»	»	d:o , » »	»	60	9,1
213	»	»	»	d:o , » 4	»	15	19,4; 19,2
214	»	»	»	d:o , » »	»	60	17,4
215	»	»	»	d:o , » 5	»	15	19,5; 19,4
216	»	»	»	d:o , » »	»	60	10,7
227	8. IX. 1921	1	Hl	Bergtallplanterad ljunghed, punkt 1	23	15	20,3; 20,5
228	»	»	»	d:o , samma punkt	»	60	20,1; 20,1
229	»	»	»	d:o , punkt 2	»	15	20,4; 20,3
230	»	»	»	d:o , » »	»	60	20,4; 20,2
231	»	»	»	d:o , » 3	»	15	20,3; 20,1; 20,2
232	»	»	»	d:o , » »	»	60	20,3; 20,3
233	»	»	»	d:o , » 4	»	15	20,4; 20,5
234	»	»	»	d:o , » »	»	60	20,2; 20,2
100	14. VII. 1921	0	Vg	Fält med (dålig) självsådd (tall, gran)	22	30	20,4; 20,6
101	»	»	»	d:o, annan fläck	»	30	20,7; 20,6

värden / werte	Antagna värden / Akzeptierte Werte		Anmärkningar / Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka / Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor / Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
0,3; 0,4	20,6	0,3		1	16
0,8; 0,6	20,4	0,7	samma hål	»	»
0,7; 0,6	20,4	0,6		»	»
0,7	20	1		15	15
0,5; 0,3	20,4	0,4		17	34
0,4; 0,6; 0,8	19,9	0,6		»	»
0,6; 0,6	19,9	0,6	på 60 cm nästan endast vatten	»	»
0,5; 0,5	20,6	0,5		15	15
0,5; 0,4	20,6	0,4		»	»
0,8; 0,8	19,8	0,8		17	34
0,6; 0,5	19,3	0,6	vatten + luft	»	»
0,5; 0,5; 0,4	19,9	0,5		»	»
0,7; 0,6	19,9	0,6		»	»
0,2; 0,1	20,5	0,1		»	»
0,3; 0,3	20,3	0,3		»	»
1,2; 1,7; 1,4	19,0	1,3	mörkt på kvällen; svårt att avläsa	»	»
1,8; 1,8	18,4	1,8		»	»
0,3; 0,4; 0,4	20,3	0,4		7	34
0,6; 0,7	18,2	0,6	mest vatten	»	»
2,0; 2,1; 2,2	17,5	2,1	på 45 och 60 cm endast vatten	»	»
1,2; 1,2	19,2	1,2		»	»
2,3	9	2	mest vatten, en liten luftblåsa	»	»
1,3; 1,3	19,3	1,3		»	»
1,5	17	$1^1/_2$	mest vatten, en liten luftblåsa	»	»
1,0; 1,0	19,5	1,0		»	»
0,5	11	$^1/_2$	nästan endast vatten	»	»
0,1; 0,2	20,4	0,2		6	34
0,3; 0,4	20,1	0,3		»	»
0,3; 0,4	20,3	0,3		»	»
0,3; 0,3	20,3	0,3		»	»
0,4; 0,4; 0,5	20,2	0,4		»	»
0,5; 0,4	20,3	0,4		»	»
0,3; 0,2	20,4	0,3		»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
1,0; 0,5	20,5	1		—	—
0,2; 0,4	20,6	0,3		—	—

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel Einzel O_2 vol.-%
				G. **Lyckade ljunghedsplanteringar:** Geglückte Heidepflanzungen:			
220	8. IX. 1921	2	Hl	Vacker 31-årig kulturgranskog å ljungmark...	24	15	20,2; 20,2
221	»	»	»	d:o , samma punkt	»	60	19,7; 19,8
222	»	»	»	d:o , punkt 2	»	15	20,1; 20,1
223	»	»	»	d:o , » »	»	55	19,3; 19,4
224	»	»	»	d:o , » 3	»	15	20,2; 20,1
225	»	»	»	d:o , » »	»	60	19,8; 19,8
226	»	»	»	d:o , » 4	»	60	20,0; 19,9
64	4. VI. 1921	0	»	Likn. vacker kulturgranskog å ljunghedsmark	25	25	20,7; 20,7
96	13. VII. 1921	»	Sk	Högproduktiv kulturgranskog å gammal ljunghedsmark ...	26	30	20,7; 20,7
97	»	»	»	d:o , samma punkt	»	50	20,7; 20,5
98	»	»	»	d:o , annan »	»	40	20,6; 20,8
				H. **Råhumusbokskogar:** Rohhumusbuchenwälder:			
65	4. VI. 1921	»	Hl	Ymnigt blåbär, mycket torvig mark.....	27	25	20,2; 20,2
66	»	»	»	d:o , samma fläck, punkt 1	»	55	20,4; 20,5
239	10. IX. 1921	6	»	d:o , 2 steg åt sidan	»	15	20,0; 19,8
240	»	»	»	d:o , samma fläck	»	55	19,3; 19,1; 19,1
241	»	1	»	d:o , mitt emellan 1 och 2	»	60	19,5; 19,2
67	4. VI. 1921	0	»	d:o , punkt 2, 8 steg från 1	»	70	20,4; 20,3
68	»	»	»	d:o , » », » » » »	»	25	20,7
242	10. IX. 1921	1	»	d:o , 2 steg åt sidan från 2	»	15	19,9; 20,1
243	»	»	»	d:o , » » » » » »	»	60	19,4; 19,3
83	6. VII. 1921	0	Sk	Mager skog, men mindre torv. mark, blåbärsfläck	28	30	20,8; 20,8
84	8. VII. 1921	»	»	d:o d:o	»	30	20,4; 20,4
85	9. VII. 1921	»	»	d:o, punkt 2 (nästan endast blåbär)	»	30	20,7; 20,7
86	»	»	»	d:o, » » (» » »)	»	45	20,6; 20,6
87	»	»	»	d.o, » 3 (ljungfläck)	»	30	20,9; 20,7
76	4. VII. 1921	»	»	Bättre bokskog, ej blåbär	29	15	20,7
77	»	»	»	d:o , samma fläck.....	»	30	20,8
78	»	»	»	d:o , » »	»	60	—
219	7. IX. 1921	1	Hl	Bra bokskog, mycket tunn råhumus	33	60	19,9; 19,6
				I. **Lövskogar med mull:** Laubwälder mit Mullboden:			
79	5. VII. 1921	0	Sk	Ek, hassel etc. på stenig sandmylla.....	30	20	20,8; 20,8
89	9. VII. 1921	»	»	d:o, annan fläck	»	18	20,5; 20,5

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
0,5; 0,5	20,2	0,5		6	34
0,9; 0,9	19,8	0,9		»	»
0,6; 0,5	20,1	0,5		»	»
1,4; 1,4	19,3	1,4		»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		»	»
0,8; 0,7	19,8	0,8		»	»
0,6; 0,7	20,0	0,7		»	»
0,3; 0,4	20,7	0,4		15	15
0,3; 0,2	20,7	0,3	samma hål	0	12
0,2; 0,3	20,6	0,3		»	»
0,1; 0,1	20,7	0,1		»	»
0,6; 0,7	20,2	0,6		15	15
0,5; 0,5	20,5	0,5		»	»
0,6; 0,7	19,9	0,7		3	21
1,1; 1,3; 1,4	19,1	1,3		»	
1,2; 1,3	19	1,3		»	»
0,4; 0,5	20,4	0,5		15	15
0,1	21	0	ny sond nedstucken invid den andra, som satt kvar	»	»
0,6; 0,6	20,0	0,6	samma hål	3	21
1,1; 1,3	19,3	1,2		»	»
0,1; 0,2	20,8	0,2	samma hål; sonden satt kvar under mellantiden	0	0
0,3; 0,4	20,4	0,3		»	»
0,2; 0,1	20,7	0,1	samma hål	»	»
0,2; 0,3	20,6	0,2		»	»
0,0; 0,2	20,8	0,1		»	»
0,2; 0,19	21	0,2	CO_2-analyserna med 2 decimaler utförda med en annan apparat, se avd. I kap. 5	0	11
0,2; 0,36	21	0,4		»	»
0,42	—	0,4		»	»
0,7; 0,8	19,7	0,8		7	34
0,1; 0,1	20,8	0,1		0	0
0,4; 0,5	20,5	0,5		»	»

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokallbeskrivning nr Vgl. Lokalität-beschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
88	9. VII. 1921	0	Sk	Stenur med skogssyska, nässlor etc.	30	12	20,6; 20,7
90	11. VII. 1921	»	»	Ädla lövträd på lermylla, punkt 1	31	27	20,0; 20,4
91	»	»	»	d:o , » 2	»	30	20,3
92	»	»	»	d:o , » 3	»	22	20,6; 20,6
93	»	»	»	d:o , » 4	»	25	20,5; 20,6
99	13. VII. 1921	»	»	Bokskog på lermylla, skogsbingel	»	30	20,3; 20,4
94	12. VII. 1921	»	»	Högproduktiv bokskog med ramslök	32	20	20,5; 20,4
95	»	»	»	d:o	»	30	20,4; 20,5
217	7. IX. 1921	1	Hl	Bokmark på gränsen till råhumus	33	55	20,2; 20,2
218	»	»	»	d:o, punkt 2	»	60	20,3; 20,2
				K. **Lövkärr**: Laubbrüche:			
24	27. VIII. 1920	0	Vb	Björk-gråal-kärr vid en bäck.....	34	10	20,5; 20,7
25	»	»	»	d:o, punkt 2	»	20	20,7
80	6. VII. 1921	»	Sk	Alkärr, naken kärrmull	35	15	20,7
81	»	»	»	d:o	»	30	19,7
82	»	»	»	d:o strax intill	»	45	16,4
				L. **Lerbränna**: Mischwald auf flachem Lehmboden:			
26	27. VIII. 1921	»	Vb	Blandskog med mest tall, punkt 1	36	10	20,4
27	»	»	»	d:o , » 2	»	15	20,0
				M. **Mossar**: Moore:			
11	18. VIII. 1920	»	Vb	Vitmoss-(*fuscum*)-tuva på myr	37	10	20,2
55	3. IX. 1920	»	»	d:o	»	?	19,6
16	20. VIII. 1920	1	»	Sträng på samma myr	»	25	20,3; 20,1
37	31. VIII. 1920	0	»	Rismosse	»	c:a 30	20,6; 20,4
37a	»	»	»	d:o , annat ställe	»	c:a 30	20,6
38	»	»	»	d:o , » »	»	c:a 30	20,8; 20,8

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
0,3; 0,3	20,7	0,3		0	0
0,5; 0,4	20,2	0,4		0	13
0,5; 0,6	20	0,5		»	»
0,4; 0,4	20,6	0,4		»	»
0,5; 0,4	20,6	0,4		»	»
0,5; 0,5	20,4	0,5		0	12
0,5; 0,4	20,5	0,5		0	13
0,5; 0,3	20,4	0,4		»	»
0,4; 0,4	20,2	0,4		7	34
0,3; 0,4	20,3	0,4		»	»
0,1; 0,0	20,6	0,1	på 20 och 15 cm gick ej att suga i leran	0	11
0,0	21	0		»	»
0,2	21	0	samma hål; på 60 cm enbart vatten	0	0
1,0	20	1		»	
2,0	16	2		»	»
0,1	20	0	på andra ställen gick ej att suga i leran på 10	0	11
0,8	20	1	och 15 cm	»	»
0,0	20	0	**vatten** + luft	12	41
1,9	20	2	mest **vatten,** något luft.....	0	0
0,1; 0,0	20,2	0,0	något **vatten**	11	33
0,2; 0,3	20,5	0,2	djup obestämbart, markytan obestämd. På 3 andra	0	1
0,0	21	0	punkter på samma djup endast vatten	»	»
0,0; 0,0	20,8	0,0		»	»

Provets nummer Nr der Probe	Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Analyserat efter dagar Analyse nach Tagen	Landskap Provinz	Lokal Lokalität	Jämför lokalbeskrivning nr Vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr	Djup under markytan Tiefe unter d. Oberfläche cm	Enkel- Einzel- O_2 vol.-%
143	15. VIII. 1921	1	Vb	Tallmosse, i moränen under 0,7 m torv	2	80	10,7
146	17. VIII. 1921	2	»	d:o , » » » 1 m »	»	145	6,7
144	»	1	»	Gransumpskog, i » » » 1 m »	»	140	14,5; 14,4
145	»	2	»	d:o , i » » » 1 m »	»	160	12,5; 12,5
238	10. IX. 1921	1	Hl	Tuvmosse, ljung-blåtåtel-tuva	19	15	17,7; 17,6
				N. **Gräsmark**: Rasen:			
19	20. VIII. 1920	0	Vb	Gårdsplan, vid gödselhög	38	20	18,8; 19,0
29	27. VIII. 1920	1	»	Betad kotrampad sluttning med stagg	»	15	19,4; 19,5
147	19. VIII. 1921	3	»	Linda	»	15	19,3; 19,1; 19,1
148	»	»	»	d:o	»	45	19,0; 19,2
				O. **Åkrar**: Ackerland:			
23	26. VIII. 1920	0	»	Potatisland	»	15	20,5; 20,5
149	19. VIII. 1921	3	»	Havreåker	»	15	19,6; 19,7
150	»	»	»	d:o	»	45	19,6; 19,6

Förklaringar till tab. XIII.

Erklärungen zur Tabelle XIII.

björnm. = björnmossa = *Polytrichum commune.*
blåb. = blåbär = *Vaccinium myrtillus.*
blåtåtel = *Molinia cœrulea.*
ekbräken = *Dryopteris Linnæana.*
hjortr. = hjortron = *Rubus chamæmorus.*
kamm. = kammossa = *Hypnum crista castrensis.*
klotst. = klotstarr = *Carex globularis.*
krståtel = *Aira flexuosa*
kråkr. = kråkris = *Empetrum nigrum.*
ling. = lingon = *Vaccinium vitis idæa.*
ljung = *Calluna vulgaris.*
par. = *Hylocomium parietinum.*
prol. = » *proliferum.*
vitm. = vitmossa = *Sphagnum.*

Hl = Halland; Nb = Norrbotten; Sk = Skåne (»Schonen»); Vb = Västerbotten; Vg = Västergötland.

annan (fläck, punkt) = ein anderer (Fleck, Punkt).
blandtuva av = Mischpolster von.
bra gran = gute Fichten.
(00 cm) djupare = (00 cm) tiefer.
endast, enbart (vatten, luft) = nur (Wasser, Luft).
gick ej att suga i leran = im Lehm unmöglich zu saugen.
grundvattenstånd = Grundwasserstand.
intet vatten = kein Wasser [mit der Probe].
likadan (fläck, punkt) = ein gleicher (Fleck, Punkt).

värden werte	Antagna värden Akzeptierte Werte		Anmärkningar Bemerkungen	Nederbörd föregående vecka Niederschlag in der vorigen Woche	Nederbörd föregående 2 veckor Niederschlag in den vorigen 2 Wochen
CO_2 vol.-%	O_2 vol.-%	CO_2 vol.-%		mm	mm
2,6	11	3	mest **vatten**	9	34
1,9	7	2	» »	21	45
3,5; 3,7	14,5	3,6	» »	»	»
0,9; 0,8	12,5	0,8	» »	»	»
2,9; 2,7	17,6	2,8	**vatten** + luft; annan punkt samma djup endast vatten	3	21
1,5; 1,5	19	1,5		11	33
1,4; 1,4	19,4	1,4		0	11
1,4; 1,4; 1,4	19,2	1,4		26	47
1,5; 1,5	19,1	1,5		»	»
0,1; 0,1	20,5	0,1		0	12
0,9; 0,9	19,6	0,9		26	47
0,7; 0,7	19,6	0,7		»	»

likaså = desgleichen.
en liten luftblåsa = ein Luftbläschen.
mest vatten = hauptsächlich Wasser.
ned i (moränen, skenhällan) = in (die Moräne, den Ortstein) hinein.
ned till (moränen) = bis an (die Moräne).
ny sond nedstucken invid den andra.... = neue Sonde, während die alte stecken blieb.
någon cm = ein paar cm.
något = ein wenig.
några små luftblåsor = ein paar Luftbläschen.
nästan ren = fast rein.
på oo cm = in oo cm Tiefe.
på större djup = in grösserer Tiefe.
samma (fläck, punkt, djup) = derselbe (Fleck, Punkt, Tiefe).
samma hål = dasselbe Loch [d. h. die tiefer geholte Probe wurde nach weiterem Eintreiben der Sonde ohne vorheriges Ausziehen gesaugt].
se kartan = siehe die Karte [fig. 11].
skenhälla = Ortstein.
smutsigt = schmutzig [von Detrituspartikeln etc.].
solbränd = sonnengebranntes.
oo steg från föregående = oo Schritte vom vorigen Punkt.
svart vätska = schwarze [durch Humusteilchen gefärbte] Flüssigkeit.
under = unter.
usel gran = sehr schlechte kleine Fichten.
vatten = Wasser [mit der Probe].
värdena gälla två olika prov = die Werte betreffen zwei versch. Proben.

Im übrigen wird auf die Lokalitätsbeschreibungen (Teil V) verwiesen.

Tab. XIV. **Nederbörds- och temperatursiffror.**
Niederschlags- und Temperaturziffern.

A. Månadssummor av nederbörd (Monatssummen von Niederschlag) i hela mm.

	Fagerheden			Kulbäcksliden			Lund[3]		Halmstad[3]	
	1920	1921	norm.[1]	1920	1921	norm.[2]	1921	norm.	1921	norm.
April	42	16	27	40	22	26	24	36	16	36
Maj	22	23	23	29	35	28	20	40	39	48
Juni	29	38	42	21	86	52	64	54	47	58
Juli	66	65	65	107	71	61	43	71	38	88
Augusti	64	146	72	47	111	54	102	72	138	104
September	41	28	65	34	29	59	47	57	26	72

B. Dagsvärden av samlad nederbörd från 1 och 2 förflutna veckor (7 N resp. 14 N) samt dagens temperaturavvikelse från normaltemperaturen (TD) i hela °C. — Tageswerte des akkumulierten Niederschlags für 1 und 2 vorausgehende Wochen (7 N bezw. 14 N); Abweichungen der Tagestemperatur (TD) von der normalen, °C.

	Fagerheden				Kulbäcksliden				Stensele		Båstad—Knäred		Hall. Väderö		Lund		Halmstad
	1920		1921		1920		1921		1920	1921	1921[4]		1921		1921		1921
	7 N	14 N	7 N	14 N	7 N	14 N	7 N	14 N	TD	TD	7 N	14 N	7 N	14 N	7 N	14 N	TD
Juni 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	15	—	—	—	—	+ 7
» 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	15	—	—	—	—	+ 7
» 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	16	—	—	—	—	+ 4
Juli 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	11	—	—	0
» 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—	— 3
» 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—	— 1
» 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—	0
» 9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—	+ 1
» 11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	13	+ 3
» 12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	13	— 1
» 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	12	— 1
Aug. 3	—	—	—	—	—	—	32	61	—	+ 3	—	—	—	—	—	—	—
» 5	—	—	—	—	—	—	36	62	—	— 1	—	—	—	—	—	—	—
» 9	—	—	—	—	—	—	24	56	—	0	—	—	—	—	—	—	—
» 12	—	—	—	—	—	—	21	56	—	+ 2	—	—	—	—	—	—	—
» 15	—	—	—	—	—	—	9	34	—	+ 3	—	—	—	—	—	—	—
» 17	—	—	—	—	—	—	21	45	—	0	—	—	—	—	—	—	—
» 18	—	—	—	—	12	41	—	—	— 3	—	—	—	—	—	—	—	—
» 19	—	—	—	—	12	33	26	47	— 3	— 2	—	—	—	—	—	—	—
» 20	—	—	—	—	11	33	23	47	— 2	+ 1	—	—	—	—	—	—	—
» 22	—	—	3	31	—	—	—	—	—	— 1	—	—	—	—	—	—	—
» 24	—	—	0	9	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—
» 25	—	—	—	—	0	12	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—
» 26	—	—	2	11	0	12	—	—	— 1	— 3	—	—	—	—	—	—	—
» 27	—	—	—	—	0	11	—	—	— 1	—	—	—	—	—	—	—	—
» 28	—	—	—	—	0	11	—	—	— 2	—	—	—	—	—	—	—	—
» 30	—	—	—	—	0	1	—	—	— 4	—	—	—	—	—	—	—	—
» 31	—	—	—	—	0	1	—	—	— 2	—	—	—	—	—	—	—	—
Sept. 2	—	—	—	—	0	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—
» 3	—	—	—	—	0	0	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—
» 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	34	—	—	—	—	— 3
» 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	34	—	—	—	—	— 2
» 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	34	—	—	—	—	0
» 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	21	—	—	—	—	+ 5
» 12	11	11	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Medeltal av (Mittel von) 16 år (1906—1921).
[2] » » (» 11 » (1911—1921).
[3] Enligt (nach) Månadsöversikt av väderlek och vattentillgång (Met.-hydr. anst.).
[4] Medeltal av (Mittel von) Båstad och Knäred.

LITTERATURFÖRTECKNING.

Zitierte Literatur.

(W. F. = Wollnys Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik; Z. F. u. J. W. = Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen; Z. = Zeitschrift.)

Aberson, J. H., 1910, Ein Beitrag zur Kenntniss der Natur der Wurzelausscheidungen. — Jahrb. wiss. Bot. 47, p. 41.

Albert, R., 1912. Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburger Heide. Z. F. u. J. W. 44, p. 2, 136, 353, 655.

Armstrong, G. F., 1880, On the diurnal variation in the amount of carbon dioxide in the air. — Proc. Roy. Soc. 30, p. 343. — ref. W. F. 3, 1880, p. 507.

Barakov, P., 1910, The carbon dioxid content of soils during different stages of growth of plants. Zhur. Opuit. Agron. 11, 3, p. 321. — ref. Exp. Sta. Rec. 23, 1910, p. 523.

Bennet, M. E., 1904, Are roots aërotropic? — Bot. Gaz. 37, p. 241.

Bentzen, G. E., 1882, Die Kohlensäure in der Grundluft. — Z. Biol. 18, p. 446.

Bergman, H. F., 1920, The relation of aëration to the growth and activity of roots and its influence on the ecesis of plants in swamps. — Ann. Bot. 34, p. 13.

—— 1921, The effect of cloudiness on the oxygen content of water and its significance in cranberry culture. — Am. Journ. Bot. 8, p. 50.

Boehm, J., 1873, Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachstum der Pflanzen. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl., Abt. 1, 68, p. 171.

—— 1885, Über die Ursache des Absterbens der Götterbäume und über die Methode der Neubepflanzung der Ringstrasse in Wien. — Wien. — ref. Gräbner 1901 p. 79, Sorauer 1909 p. 99.

Boltzmann, L., 1910—1912, Vorlesungen über Gastheorie. — Leipzig.

Bonnier, G. et Mangin, L., 1884, Recherches sur la respiration et la transpiration des tissus sans chlorophylle. — Ann. Sc. nat. Bot. 6:e sér. 18, p. 293.

Bornebusch, C. H., 1914, Rødællens Livskrav og dens Optræden i Danmark. — Tidsskr. f. Skovvæsen 26 B, p. 28.

Bornemann, F., 1920, Kohlensäure und Pflanzenwachstum. — Berlin.

Boussingault, J. B. et Lëwy, 1853, Mémoire sur la composition de l'air confiné dans la terre végétale. — Ann. Ch. et Phys. 3:e sér. 37.

Buckingham, E., 1904, Contributions to our knowledge of the aëration of soils. — U. S. Dep. Agric. Bureau of Soils Bull. 25.

Buddin, B. A., 1914, Partial sterilisation of soil by volatile and non-volatile antiseptics. — Journ. Agric. Sc. 6, p. 417.

Cannon, W. A., 1915 a, Soil aëration and root growth. — Carn. Inst. Year book 14, p. 63.

—— 1915 b, On the relation of root growth and development to the temperature and aëration of the soil. — Amer. Journ. Bot. 2, p. 211.

—— 1916, On the relation between the rate of root-growth and the oxygen of the soil. — Carn. Inst. Year book 15, p. 74.

—— 1917, Root-growth of Prosopis velutina and Opuntia versicolor under conditions of a small oxygen-supply in the soil. — Ibid. 16, p. 82.

—— 1918 a, Root-growth in desert plants and the oxygen supply of the soil. — Ibid. 17, p. 81.

—— 1918 b, Modification of root habits by experimental means. — Ibid 17, p. 83.

—— 1919 a, Influence of soil aëration upon growth of shoots. — Ibid. 18, p. 71.

—— 1919 b, Reactions of roots of species with dissimilar habitats to different amounts of carbon dioxide in the soil. — Ibid. 18, p. 92.

—— 1920, Effect of a diminished oxygen supply in the soil on the rate of the growth of roots. — Ibid. 19, p. 59.

—— and Free, E. E., 1917, The ecological significance of soil aëration. — Science N. S. 45, p. 178.

—— 1920, Anaërobic experiments with helium. — Carn. Inst. Year book 19, p. 61.

Cerighelli, R., 1920, Sur les échanges gazeux de la racine avec l'atmosphère. — Compt. rend. Paris 171, p. 375.
Chamberlain, H, S., 1897, Recherches sur la sève ascendante. — Bull d. lab. d. bot. gén. d. l'Univ. d. Genève 2, Neuchatel.
Chapin, P., 1902, Einfluss der Kohlensäure auf das Wachstum. — Flora 91, p. 348.
Clements. F. E., 1921, Aëration and air-content. — Washington.
Coleman, D. A., 1916, Environmental factors influencing the activity of soil fungi. — Soil Science 2, p. 1.
Czapek, Fr., 1896, Zur Lehre von den Wurzelausscheidungen. — Jahrb. wiss. Bot. 29, p. 321.
—— 1920, Biochemie der Pflanzen, Bd. 2, 2 Aufl. — Jena.
Dachnowski, A. F., 1908, The toxic property of bog water and bog soil. — Bot. Gaz. 46, p. 130.
—— 1909, Bog toxins and their effects upon soils. — Ibid. 47, p. 389.
—— 1910, Physiologically arid habitats and drought resistance in plants. — Ibid. 49, p. 325.
Darbishire, F. V. and Russell, E. J., 1907, Oxidation in soils and its relation to productiveness. II. The influence of partial sterilisation. — Journ. Agric. Sc. 2, p. 305.
Darwin, F. and Acton, E. H., 1897, Practical physiology of plants. 2. ed. — Cambridge natural science manuals. — Cambridge.
Dehérain, P. P. et Demoussy, M. E., 1896, Sur l'oxydation de la matière organique du sol. — Ann. agron. 22, p. 305.
—— et Landrin, Ed., 1874, Recherches sur la germination. — Compt. rend. Paris 78, p. 1488.
—— et Vesque, J., 1876, Recherches sur la respiration des racines. — Ann. Sc. nat. Bot. 6:e sér. 3 p. 327.
Du Rietz, G. E., 1921, Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. — Wien.
Ebermayer, E., 1873, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. — Aschaffenburg.
—— 1877, Mittheilungen über den Kohlensäuregehalt eines bewaldeten und nicht bewaldeten Bodens. — Amtl. Ber. d. 50. Vers. d. Naturf. u. Ärzte, p. 218.
—— 1878, Mittheilungen über den Kohlensäuregehalt der Waldluft und des Waldbodens im Vergleich zu einer nicht bewaldeten Fläche. — W. F. 1, p. 158.
—— 1882, Physiologische Chemie der Pflanzen. I. Die Bestandtheile der Pflanzen. — Berlin.
—— 1885, Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure für die Waldvegetation. — Stuttgart. — ref. W. F. 8, 1885, p. 323.
—— 1890 a, Untersuchungen über die Bedeutung des Humus als Bodenbestandteil und über den Einfluss des Waldes, verschiedener Bodenarten und Bodendecken auf die Zusammensetzung der Bodenluft. — W. F. 13, p. 15.
—— 1890 b, Untersuchungen über die Bedeutung des Humus als Bodenbestandteil und über den Einfluss des Waldes, verschiedener Bodenarten und Bodendecken auf die Zusammensetzung der Bodenluft. — Allg. Forst- u. Jagd-ztg. 36, p. 161.
Ege, R., 1915, On the respiratory conditions of the larva and pupa of Donaciæ. — Vid. Medd. fra Dansk nat. Foren. i Kobenhavn 66, p. 183.
Ewart, A. J., 1894, Observations on the vitality and germination of seeds: Oxytropic irritability of roots. — Trans. Liverpool Biol. Soc. 8, p. 238.
—— 1896, Additional observations on the vitality and germination of seeds: Oxytropic irritability of roots. — Ibid. 10, p. 190.
Fabricius, O. und Feilitzen, Hj. v., 1905, Über den Gehalt an Bakterien in jungfräulichem und kultiviertem Hochmoorboden auf dem Versuchsfelde des schwedischen Moorkulturvereins bei Flahult. — Centralbl. f. Bakt. Abt. 2. 14, p. 161.
Falck, R., 1916, Zerstörung des Holzes durch Holzschädlinge. Troschels Handbuch der Holzkonservierung. — Berlin.
—— 1918, Eichenerkrankung in der Oberförsterei Lödderitz und in Westfalen. — Z. F. u. J. W. 50, p. 123.
Fisher, A., 1917, The mathematical theory of probabilities & c., Vol. I. — New York.
Fleck, H., 1873—74 a, Untersuchungen über die Beziehungen der Bodenarten und Bodengase des linken und rechten Elbufers zu den Grundwasserverhältnissen von Dresden. — Jahresber. d. chem. Centralst. f. öffentl. Gesundh.-Pflege in Dresden 2, p. 15; 3, p. 3.
—— 1874 b, Untersuchungen über Gräbergase, Gräberflüssigkeiten und Kirchhofbrunnen. Ibid. 3, p. 25.

FODOR, J. v., 1875, Experimentelle Untersuchungen über Boden und Bodengase. — Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundsheitspflege 7, p. 211.
—— 1881, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. I. Die Luft und ihre Beziehungen zu den epidemischen Krankheiten. — Braunschweig.
—— 1882, D:o II. Boden und Wasser. — Braunschweig.
FREE, E. E., 1917, The effect of aëration on the growth of buckwheat in water cultures. — John Hopk. Univ. Circ. 293, p. 198.
—— and LIVINGSTON, B. E., 1915, The relation of soil aëration to plant growth. — Carn. Inst. Year book 14, p. 60.
FRÜH, J. und SCHRÖTER, C., 1904, Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. — Beitr. z. Geol. d. Schweiz, hrsg. v. d. geol. Komm. d. schweiz. naturf. Ges., Geotechn. Ser. Lief. 3. — Bern.
GAARDER, T. og HAGEM, O., 1921, Salpetersyredannelse i udyrket jord. — Vestlandets forstl. forsøksstation Medd. 2 : 2 (nr 4). — Bergen.
GLÜCK, H., 1905. Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. I. Die Lebensgeschichte der europäischen Alismaceen. — Jena.
GOEBEL, K., 1893, Pflanzenbiologische Schilderungen 2 : 2. — Marburg.
GRÄBNER, P., 1901, Die Heide Norddeutschlands. — ENGLER u. DRUDE, Vegetation der Erde, 5. — Leipzig.
—— 1906, Beiträge zur Kenntnis nichtparasitärer Pflanzenkrankheiten an forstlichen Gewächsen. 1. Absterbender Fichtenbestand des Schutzbezirks Wolthöfen bei Lübberstedt. — Z. F. u. J. W. 38, p. 705.
—— 1909, D:o 4. Bewurzelungsverhältnisse im Fichtenrohhumus. — Ibid. 41, p. 578.
—— 1921, Die nichtparasitären Krankheiten. — SORAUERS Handb. d. Pflanzenkrankheiten, 4. Aufl. — Berlin.
GRAMMEL, R., 1917, Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Samml. Vieweg 39—40. — Braunschweig.
GREBE, C., 1896, Aufforstung von Ödländereien. III. Der Heideboden im Schiefergebirge. — Z. F. u. J. W. 28, p. 513.
HAMBERG, H. E., 1885, Om skogarnas inflytande på Sveriges klimat. II. Skogens inflytande på luftens och markens temperatur. — Bih. K. Domänst. ber. 1884, p. 17.
—— 1911, Nederbörden i Sverige 1860—1910. — Bih. Meteor. iaktt. i Sverige 52. (1910).
HANN, J. v., 1908, Handbuch der Klimatologie Bd I, 3:e Aufl. — Stuttgart.
—— 1915, Lehrbuch der Meteorologie. 3:e Aufl. — Leipzig.
HANNÉN, F., 1892, Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Diffusion der Kohlensäure. — W. F. 15, p. 6.
HARRISON, W. H., and AIYER, P. A., 1913, The gases of swamp rise soils. — Mem. Dep. Agric. India, Chem. ser. 3, p. 65 (Agric. Res. Inst., Pusa).
HARTIG, R., 1900, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. — Berlin.
HELMONT, J. B. VAN, 1648, Ortus medicinæ, id est initia physicæ inaudita. — Amsterdam. — ref. E. v. MEYER, 1914, p. 75.
HELMS, J., 1911, Nogle Gødningsforsøg i sygnende Grankultur paa Hedejord. — Tidsskr. for Skovvæsen 23 B, p. 66.
HEMPEL, W., 1887, Über den Sauerstoffhalt der atmosphärischen Luft. — Ber. deutsch. chem. Ges. 20, p. 1864.
HENRICI, M., 1918, Chlorophyllgehalt und Kohlensäure-Assimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen. — Diss. Basel.
HESSELINK VAN SUCHTELEN, F. H., 1910, Über die Messung der Lebenstätigheit der aërobiotischen Bakterien durch die Kohlensäureproduktion. — Centralbl. Bakt. Abt. 2 28, p. 45.
HESSELMAN, H., 1904, Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. — Beih. Bot. Centralbl. 17, p. 311.
—— 1909, Berättelse öfver den botaniska afdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst. 6, p. 27.
—— 1910 a, Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. Ibid. 7, p. 25.
—— 1910 b, Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. — Ibid. 7, p. 91.
—— 1917 a, Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. — Ibid. 13—14. p. 297.
—— 1917 b, Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. — Ibid. 13—14, p. 923.

HESSELMAN, H., 1917 c, Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor II. — Ibid. 13—14, p. 1221.
—— 1917 d, Om skogsbeståndens roll vid moränlidernas försumpning. — Skogar och skogsbruk (även bil. 1 till Skogsvårdsfören. tidskr. 15). — Stockholm 1917.
HOFMAN-BANG, O., 1905, Studien über schwedische Fluss- und Quellwässer. — Bull. geol. inst. Upsala 6 (1902—03), p. 101.
HOLE, R. S., 1911, On some Indian forest grasses and their oecology. — Ind. For. Mem. 1 : 1.
—— 1918, Recent investigations on soil aëration. II. With special reference to forestry. — Ind. Forester 44, p. 202.
—— 1921, The regeneration of Sal (*Shorea robusta*) forests. A study in economic oecology. Ind. For. Records 8 : 2.
—— and SINGH P., 1914—16, Oecology of Sal I—III. — Ind. For. Records 5 : 4, p. 117, 241, 285.
HOMÉN, TH., 1897, Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. — Diss. Helsingfors.
HOWARD, A., 1916, Soil aëration in agriculture. — Agric. Res. Inst. Pusa, Bull. 61.
—— 1918, Recent investigations in soil aëration. I. With special reference to agriculture. — Agric. Journ. of India 13, p. 416.
—— and HOWARD, G., 1915 a, First report on the improvement of indigo in Bihar. — Agric. Res. Inst. Pusa, Bull. 51.
—— 1915 b, Soil ventilation. — Ibid. Bull. 52.
—— 1918, Some methods suitable for the study of root development. — Agric. Journ. of India, Spec. Congr. nr, p. 36.
—— 1919, Drainage and crop production in India. — Agric. Journ. of India 14, p. 377.
HUMBOLDT, A. v., 1799, Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises und über enige andere Gegenstände der Naturlehre. — Braunschweig.
HUTCHINSON, C. M., 1913, Report of the imperial agricultural bacteriologist. — Agric. Res. Inst. Pusa, Rep. 1911—12, p. 78.
INGEN-HOUSZ, J., 1779, Experiments upon vegetables, discovering their great power of purifying the common air in the sun-shine, and of injuring it in the shade and at night. — London.
JENTYS, S., 1892, Sur l'influence de la pression partiale de l'acide carbonique dans l'air souterrain sur la végétation. — Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie, Compt. rend. 4, p. 306.
JOLYET, A., 1916, Traité pratique de sylviculture. 2:e éd. — Paris.
JOST, L., 1913, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3 Aufl. — Jena.
—— 1916, Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. — Z. Bot. 8, p. 1.
KEEN, B. A. and RUSSELL, E. J., 1921, The factors determining soil temperature. — Journ. Agric. Sc. 9, p. 211.
KELLERMAN, K. F., and MC BETH, J. G., 1912, Soil organisms which destroy cellulose. — Centralbl. Bakt. Abt. 2 34, p. 63.
KIDD, F., 1914—16, The controlling influence of carbon dioxide in the maturation, dormancy and germination of seeds. I—III. Proc. Roy. Soc. 87 (1914); 89 (1916).
—— and WEST, C., 1917, D:o IV. — Ann. Bot. 31, p. 457.
KOCH, A., 1899, Untersuchungen über die Ursachen der Rebenmüdigkeit. — Arb. deutsch. Landw.-Ges. H. 40.
KOPELOFF, N., 1916, The inoculation and incubation of soil fungi. — Soil Science 1, p. 381.
KOSAROFF, P., 1897, Einfluss verschiedener äusserer Faktoren auf die Wasseraufnahme der Pflanzen. — Diss. Leipzig. — ref. KOSAROFF 1900.
—— 1900, Die Wirkung der Kohlensäure auf den Wassertransport in den Pflanzen. — Bot. Centralbl. 83, p. 138
KRAUS, A., 1901, Beiträge zur Kenntniss der Keimung und ersten Entwicklung von Landpflanzen unter Wasser. — Diss. Kiel.
KRETZER, E., 1912, Beziehungen zwischen dem täglichen Gang der Temperatur an der Bodenoberfläche und in den untersten Luftschichten. — Diss. Berlin.
KROGH, A., 1903, Giftige Luftarter i Brønde. — Avertissementstidende Nr. 147, 29 Juni.
—— 1908, On micro-analysis of gases. — Skand. Arch. Physiol. 20, p. 279.
—— 1915, Die Mikroluftanalyse und ihre Anwendungen. — ABDERHALDENS Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden 8, p. 495.
—— 1920, Die Mikrogasanalyse und ihre Anwendungen. — ABDERHALDENS Handb. d. biol. Arbeitsmethoden 4 : 10, H. 1, p. 179.
KUNZE, G., 1906, Über Säureausscheidung bei Wurzeln und Pilzhyphen und ihre Bedeutung. — Jahrb. wiss. Bot. 42, p. 357.

LANDOLT-BÖRNSTEIN, 1912, Physikalisch-chemische Tabellen. 4:e Aufl. hrsg. von R. BÖRNSTEIN und W. A. ROTH. — Berlin.
LAU, E., 1906, Beiträge zur Kenntnis der Zusammensetzung der im Ackerboden befindlichen Luft. — Diss. Rostock.
LEATHER, J. W., 1915, Soil gases. — Mem. Dep. Agric. India, Chem. ser. 4, p. 85 (Agric Res. Inst. Pusa).
LETTS, E. A. and BLAKE, R. F., 1900, The carbonic anhydride of the atmosphere. — Proc. Roy. Soc. Dublin 9, p. 107.
LEWIS, T. R. and CUNNINGHAM, D. D., 1874, The soil in its relation to disease. — 11th ann. rep. of the sanitary commission with the Gov. of India. — ref. RENK 1876.
LIPMAN, J. G., BLAIR, A. W., MC LEAN, H. C. and WILKINS, L. K., 1914, The formation of carbon dioxide and nitrates in the presence of large amounts of carbohydrates. — New Jersey Agr. Exp. Stat. 35th ann. rep., p. 220.
LIVINGSTON, B. E., 1905 a, The relation of soils to natural vegetation in Roscommon and Crawford counties, Michigan. — Bot. Gaz. 39, p. 22.
—— 1905 b, Physiological properties of bog water. — Bot. Gaz. 39, p. 348.
—— and FREE, E. E., 1916, Relation of soil aëration to plant growth. — Carn. Inst. Year book 15, p. 78.
—— 1917, The effect of deficient soil oxygen on the roots of higher plants. — John Hopkins Univ. Circ. p. 182. — ref. BERGMAN 1920.
LOPRIORE, G., 1895, Über die Einwirkung der Kohlensäure auf das Protoplasma der lebenden Pflanzenzelle. — Jahrb. wiss. Bot. 28. p. 531.
LÜDI, W., 1919, Die Sukzession der Pflanzenvereine. — Mitt. naturf. Ges. Bern.
LUMIÈRE, A., 1921, Action nocive des feuilles mortes sur la germination. — Compt. rend. Paris 172, p. 232.
LUNDEGÅRDH, H., 1921, Ecological studies in the assimilation of certain forest-plants and shore-plants. — Svensk bot. tidskr. 15, p. 46.
MC LEAN, R. C., 1919, Studies in the ecology of tropical rainforest, with special reference to the forests of South Brazil. — Journ. Ecol. 7, p. (5), 121.
MANGIN, L., 1896, Études sur la végétation dans ses rapports avec l'aération du sol. Recherches sur les plantations des promenades de Paris. — Ann. Sc. agron. franç. et étrang. 1, p. 1.
MALMSTRÖM, C., 1922, Degerö stormyr; en botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk studie över ett nordsvenskt myrkomplex. — Skall utkomma i Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst. 19. (Wird erscheinen.)
MARTIENSSEN, O., 1913, Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik. — Berlin.
MEYER, E. v., 1914, Geschichte der Chemie, 4:e Aufl. — Leipzig.
MEYER, H., 1890, Die Winde zu Keitum auf Sylt. — Ann. d. Hydrographie 18, p. 63, 289.
MITSCHERLICH, E. A., 1920, Bodenkunde für Land- und Forstwirte, 3 Aufl. — Berlin.
MOLISCH, H., 1884, Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien math.-naturw. Kl. Abt. I 90, p. 111.
MÖLLER, J., 1878, Über die freie Kohlensäure im Boden. — Mitt. forstl. Versuchsw. Österreichs 2, p. 121. — ref. W. F. 1, p. 162.
—— 1879. Über die freie Kohlensäure im Boden. — W. F. 2, p. 329.
MOLLIARD, M., 1915, Sécrétion par les racines de substances toxiques pour la plante. — — Rev. gén. bot. 27, p. 289.
MONTFORT, C., 1921, Die aktive Wurzelsaugung aus Hochmoorwasser im Laboratorium und am Standort und die Frage seiner Giftwirkung. — Jahrb. wiss. Bot. 60, p. 184.
MÜLLER, P. E., 1879, 1884, Studier over Skovjord. — Tidsskr. f. Skovbrug 3 (1879), 7 (1884).
—— og HELMS, J., 1913, Forsøg med Anvendelse af Kunstgødning til Grankultur i midtjydsk Hedebund. — D. forstl. Forsøgsvæsen i Danmark 3, p. 271.
MÜTTRICH, A., 1886, Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlich-meteorologischen Stationen 11 (Das Jahr 1885). — Berlin.
NATHANSOHN, A., 1910, Der Stoffwechsel der Pflanzen. — Leipzig.
NATHORST, A. G., 1905, Svenska växtnamn. — Stockholm.
NELLER, J. R., 1918, Studies on the correlation between the production of carbon dioxide and the accumulation of ammonia by soil organisms. — Soil Science 5, p. 225.
NICHOLS, W. M. R., 1875, On the composition of the ground atmosphere. — Ann. rep. Mass. state board of health, Boston. — ref. RENK 1876.

Nichols, 1876, Observations on the composition of the ground atmosphere in the neighbourhood of decaying organic matter. — Boston. — ref. Renk 1876.
Noyes, H. A., 1914, The effect on plant growth of saturating a soil with carbon dioxide. — Science N. S. 40, p. 792.
—— Trost, J. F. and Yoder, L., 1918, Root variations induced by carbon dioxide gas additions to soil. — Bot. Gaz. 66, p. 364.
—— and Weghorst, J. H., 1920, Residual effects of carbon dioxide gas additions to soil on roots of Lactuca sativa. — Bot. Gaz. 69, p. 332.
Odén, S., 1919, Die Huminsäuren. — Kolloidchem. Beih. 11.
Onodera, I., 1920, Über die Gase, welche im Reisfelde bei der Zersetzung von Genge (Astragalus sinicus) entstehen. — Ber. Ohara Inst. Landw. Forsch. (Kuraschiki) 1 : 5, p. 557.
Palmqvist, A., 1892, Över atmosfärens kolsyrehalt. — Bih. K. Vet.-Akad. Handl. Bd. 18, avd. 2, No. 2.
Pettenkofer, M. v., 1871, 1873, Über den Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten. — Z. Biol. 7 1871); D:o ibid. 9 (1873).
—— 1875, Über den Kohlensäuregehalt der Luft in der libyschen Wüste über und unter der Bodenoberfläche. — Ibid. 11, p. 381.
Pickering, S., 1917, The effect of one plant on another. — Ann. Bot. 31, p. 181.
Polowzow, W., 1909, Untersuchungen über Reizerscheinungen bei den Pflanzen (mit Berücksichtigung der Einwirkung von Gasen und der geotropischen Reizerscheinungen). — Jena.
Puchner, H., 1892, Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre. — W. F. 15, p. 296.
Ramann, E., 1893, Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. — Berlin.
—— 1905, Bodenkunde. 2. Aufl. — Berlin.
—— 1911, Bodenkunde. 3. Aufl. — Berlin.
Reinau, E., 1920, Kohlensäure und Pflanzen. — Halle.
Renk, F., 1876, Grundluft und Boden. — Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundsheitspflege 8, p. 691.
Rigg, G. E., 1913, The effect of some puget sound bog waters on the root hairs of Tradescantia. — Bot. Gaz. 55, p. 314.
——, G. B. and Thompson, T. G., 1919, Colloidal properties of bog water. — Bot. Gaz. 68, p. 367.
Rindell, A., 1919, Lärobok i agrikulturkemi och agrikulturfysik. — Helsingfors.
Romell, L.-G., 1920, Physionomistique et écologie raisonnée. — Sv. bot. tidskr. 14, p. 136.
Rostrup, E., 1891, Angreb af Snyltesvampe i danske Skove i Aarene 1889—1890. Fliget Barksvamp (Thelephora laciniata). — Tidsskr. f. Skovvæsen 3, p. 91.
—— 1902, Plantepatologi. — København.
Russell, E. J., 1905, Oxidation in soils, and its connexion with fertility. — Journ. Agric. Sc. 1, p. 261.
—— 1917, Soil conditions and plant growth. 3. ed. — London.
—— and Appleyard, A., 1915, The atmosphere of the soil: its composition and the causes of variation. — Journ. Agric. Sc. 7, p. 1.
—— 1917, The influence of soil conditions on the decomposition of organic matter in the soil. — Ibid. 8, p. 385.
—— and Hutchinson, H. B., 1909, 1913, The effect of partial sterilisation of soil on the production of plant food. — I. Journ. Agric Sc. 3, p. 111; II. ibid. 5, p. 152.
Russell, W. J., 1884, On the amount of coarbonic acid in London air. — Monthly weather rep. meteor. office Apr. 1884; St. Bartholomews Hospital rep. 20.
Salger, C., 1880, Bodenuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Ventilation auf die CO_2-Menge im Boden. — Diss. 1878 Erlangen. — Augsburg 1880.
Sammet, S., 1905, Untersuchungen über Chemotropismus und verwandte Erscheinungen bei Wurzeln, Sprossen und Pilzfäden. — Jahrb. wiss. Bot. 41, p. 621.
Sanden, H. v., 1914, Praktische Analysis. — Leipzig und Berlin.
Saussure, Th. de, 1804, Recherches chimiques sur la végétation. — Paris.
Schlösing, Th., 1873, Étude de la nitrification dans les sols. — Compt. rend. Paris 77, p. 203.
—— fils, 1889, Sur l'Atmosphère confinée dans le sol. — Ibid. 109, pp. 618, 673.
—— 1891, Sur l'atmosphère contenue dans les sols agricoles. — Ann. Chim. et Phys. 23 p. 362.

SCHMIT-JENSEN, H. O., 1920, Estimation of carbon dioxide, oxygen and combustible cases by Kroghs method of micro-analysis. — Biochem. Journ. 14.
SCHOTTE, G., 1921, Ljunghedarnas geografiska utbredning och produktionsmöjligheter. — K. Lantbr.-Akad. handl. och tidskr.
SCHREINER, O. and LATHROP, E. C., 1911, Dihydroxystearic acid in good and poor soils. — Journ. Amer. Chem. Soc. 33, p. 1412.
—— and REED, H. S., 1907, The production of deleterious excretions by roots. — Bull. Torrey Bot. Club 34, p 279.
—— 1908, The power of sodium nitrate and calcium carbonate to decrease toxicity in conjunction with plants growing in solution cultures. — Journ. Amer. Chem. Soc. 30, p. 85.
—— 1909, Studies on the oxidizing power of roots. — Bot. Gaz. 47, p. 355.
—— and SKINNER J. J., 1910, Some effects of a harmful organic soil constituent. — Bot. Gaz. 50, p. 161.
SELANDER, N. E., 1888, Luftundersökningar vid Vaxholm 1885—86. — Bih. K. Vet.-Akad. Handl. Bd. 13 avd. 2 No. 9 (1887).
SEN, J., 1920, Report of the imperial agricultural chemist. Carbon dioxide in soil air. — Sc. Rep. Agric. Res. Inst. Pusa, 1919—20, p. 41.
SJÖSTRÖM, A., 1911—19, Agronomiska undersökningar. — Redog. f. verksamh. v. Ultuna lantbr.-inst.
SMOLENSKY, P., 1877, Über den Kohlensäuregehalt der Grundluft. — Z. Biol. 13, p. 387.
SNOW, L. M., 1905, The development of root hairs. — Bot. Gaz. 40, p. 12.
SORAUER, P., 1874, 1886, 1909, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I. Die nichtparasitären Krankheiten. — Berlin. 1:e Aufl. 1874, 2:e Aufl. 1886, 3:e Aufl. 1909.
—— -GRÄBNER 1921: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, begründet von P. SORAUER, 4:e Aufl. I. Die nichtparasitären Krankheiten, bearb. von P. GRÄBNER. — Berlin.
STILES, W., 1915, On the relation between the concentration of the nutrient solution and the rate of growth of plants in water culture. — Ann Bot. 29, p. 89.
STOKLASA, J., 1911, Methoden zur Bestimmung der Atmungsintensität der Bakterien im Boden. — Z. landw. Versuchsw. Österreich 14, p. 1243.
—— und ERNEST, A., 1905, Über den Ursprung, die Menge und die Bedeutung des Kohlendioxyds im Boden. — Centralbl. Bakt. Abt. 2 14, p. 723.
—— 1908, Beiträge zur Lösung der Frage der chemischen Natur des Wurzelsekretes. — Jahrb. wiss. bot. 46, p. 55.
STÅLSTRÖM, A., 1898, Om lerslagningens betydelse. — Finska mosskulturfören. årsbok, p. 44.
TAMM, O., 1920, Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. (Bodenstudien in der nordschwedischen Nadelwaldregion). — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst. 17, p. 49.
THATCHER, K. M., 1921, The effect of peat on transpiration. Journ. Ecol. 9, p. 39.
TRAAEN, A. E., 1914, Untersuchungen über Bodenpilze aus Norwegen. — Nyt Mag. f. Naturv. 52, p. 19.
TRANSEAU, E. U., 1906, The bogs and bog flora of the Huron River valley IV. — Bot. Gaz. 41, p. 17.
TRELEASE, S. F. and FREE, E. E., 1917, The effect of renewal of culture solutions on the growth of young wheat plants in watercultures. — John Hopk. Univ. Circ. 293, p. 227.
TROILI-PETERSSON, G., 1898, Über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre. — Bih. K. Vet.-Akad. Handl. Bd. 23 Avd. 2 No. 6.
TURPIN, H. W., 1920, The carbon dioxide of the soil air. — Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Ithaca, N. Y., Mem. 32.
VAGELER, P., 1906, Über Bodentemperaturen im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen. — Mitt. d. bayr. Moorkult.-Anst. 1.
WACKER, I., 1898, Die Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. — Jahrb. wiss. Bot. 32, p. 71.
WAGNER, C., 1912, Der Blendersaumschlag und sein System. — Tübingen.
WAKSMAN, S. A., 1916 a, Bacterial numbers in soils. — Soil Science 1, p. 363.
—— 1916 b, Soil fungi and their activities. Ibid. 2, p. 103.
—— and COOK, R. C., 1916, Incubation studies with soil fungi. — Ibid. 1, p. 275.
WARMING, E. und GRÄBNER, P., 1918, Eug. Warmings Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, 3. umgearb. Aufl. — Berlin.
WIELER, A., 1892, Das Bluten der Pflanzen. — Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 6, p. 1.
WINKELMANN, A., 1908, Handbuch der Physik 1 : 2, 2 Aufl. — Leipzig.
WOLFFHÜGEL, G., 1877, Über den Einfluss der Barometerschwankungen auf die Bodengase. — Amtl. Ber. d. 50. Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärtzte, München, p. 355.

WOLFFHÜGEL, 1879, Über den Kohlensäuregehalt im Geröllboden von München. — Z. Biol. 15, p. 98.
WOLK, P. C. VAN DER, 1918, Onderzoekingen betreffende den Cocospalm. — Cultura (Tiel).
WOLLNY, E., 1880 a, Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. — Landw. Versuchs.-Stat. 25. p. 373.
—— 1880 b, Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzendecke und der Beschattung auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. — W. F. 3, p. 1.
—— 1881, Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure. — Ibid. 4, p. 1.
—— 1882, Beiträge zur Frage des Einflusses des Klimas und der Witterung auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. — Ibid. 5, p. 229.
—— 1885, Beiträge zur Frage der Schwankungen im Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft. — Ibid. 8, p. 405.
—— 1886, Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure. — Ibid. 9, p. 165.
—— 1893, Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. — Ibid. 16, p. 193
—— 1896, Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzendecken auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. — Ibid 19, p. 151.
—— 1897, Die Zersetzung der organischen Stoffe und der Humusbildungen mit Rücksich auf die Bodenkultur. — Heidelberg.

DIE BODENVENTILATION ALS ÖKOLOGISCHER FAKTOR.

Resümee von Teil I (Kap. 1—6), Teil III (Kap. 9—10), Teil IV (Kap. 11—16) und Teil V (Lokalitätsbeschreibungen).

Teil II (Kap. 7—8) vollständig.

Vorwort.

In vorliegender Abhandlung wird nur die Frage gewürdigt, inwiefern der in gewissen Fällen herabgesetzte Gasaustausch Boden-Luft durch die Entstehung höherer Werte von Sauerstoffdefizit und Kohlensäureüberschuss schädlich wirkt und in dieser Weise zu einem ökologischen Faktor werden kann. Ein anderes Problem ist das, inwiefern die Kohlensäureabgabe des Bodens als positiver ökologischer Faktor in Betracht kommt. Nach den Untersuchungen von LUNDEGÅRDH (1921) muss diese Frage für gewisse Waldbodenpflanzen bejaht werden. Die Kohlensäurebilanz im Walde und die Kohlensäureökonomie der Waldbäume sind ganz offene Probleme. Der Verf. beabsichtigt, dieselben in einer späteren Arbeit anzugreifen.

Für die jetzt vorliegende Frage vielleicht nicht ganz notwendig, aber für alle Überlegungen, die den Gasaustausch Boden-Luft berühren sehr wünschenswert war eine Auseinandersetzung auf quantitativem Grund über den Mechanismus des Gasaustauschs. Diese Auseinandersetzung hat schon in der vorliegenden Abhandlung ihren Platz gefunden.

Teil I. Der Sauerstoff- und Kohlensäurehaushalt der biologisch wichtigen Bodenschichten.

Kap. 1. Die Zusammensetzung der Bodenluft, Mittel und Extreme, nach älteren Untersuchungen.

Es wird in Tab. I, Teil VI, eine Zusammenstellung der vorliegenden Angaben gegeben, insofern sie sich auf Böden in normaler Lagerung beziehen. Dagegen sind Bestimmungen an Böden in Zisternen u. s. w. nicht mitgenommen. Einige Angaben sind unberücksichtigt gelassen aus anderen Gründen, so z. B. die von LEATHER (1915), weil seine Ziffern nicht die Zusammensetzung der Gasphase geben und so mit der Mehrzahl der anderen Ziffern nicht verglichen werden können. Aus dem vorliegenden Ziffernmaterial werden die folgenden allgemeinen Züge herausgelesen: 1. Der Gehalt von O_2 sinkt, der von CO_2 steigt in der Regel mit grösserer Tiefe unter der Bodenfläche. 2. In fortlaufenden Analysenserien hat man in der Regel das Minimum an O_2, das Maximum an CO_2 im Hoch- oder Spätsommer gefunden, und das Umgekehrte in den kalten Monaten. Unter anderen klimatischen Verhältnissen kann eine doppelte Jahresperiode vorkommen mit Maximum von O_2-Defizit und CO_2-Überschuss im Frühling und Herbst (England: RUSSELL & APPLEYARD 1915). 3. Der O_2-Gehalt der oberflächlichen, von Wurzeln durchsetzten Bodenschichten sinkt nur in seltenen Ausnahmefällen weit unter den der Atmosphäre. Er hält sich in den allermeisten Fällen um 18—20 Volum-% herum. Der CO_2-Gehalt ist immer prozentisch viel höher als der

geringe Gehalt in der Atmosphäre, übersteigt jedoch selten ein oder ein paar Volum-%. 4. Ein hoher CO_2-Gehalt pflegt mit einem bedeutenden O_2-Mangel vergesellschaftet zu sein, und umgekehrt. Die Summe von O_2 und CO_2 kann jedoch bedeutend variieren.

Kap. 2. Die Variationen in der Zusammensetzung der Bodenluft.

Man wird örtliche und zeitliche Schwankungen unterscheiden. Die letzteren können in jährliche und schnelle eingeteilt werden.

Jährliche Schwankung. Die Grösse der jährlichen Schwankung in dem CO_2-Gehalt nach Material aus Mitteleuropa illustriert Tab. III (S. [9]). Die gegebenen Amplitudenziffern bedeuten beiderseitige Abweichung in % des Mittels aus Maximum- und Minimumwert, in der Kurve der Monatsmittel. Die Form der Kurven ist nicht etwa sinusoid, sondern die Kurve steigt und fällt um das Maximum steil, während das Minimum ausgezogen ist. Der CO_2-Gehalt liegt also einen grösseren Teil des Jahres näher dem Minimum als dem Maximum. Die Kurven gipfeln immer irgendwo im dritten Viertel des Jahres oder auf der Grenze zum letzten Viertel. Noch kurzdauernder ist das Maximum von O_2-Defizit wie von CO_2 in Russells & Applevards Material (1915), wo von den zwei hier vorhandenen Jahresmaximis das Frühlingsmaximum im April am ausgeprägtesten ist.

Schnelle Variation. In Fodors Serien aus Budapest kommen zuweilen schnelle Schwankungen des CO_2-Gehalts (von einem Tag zum anderen oder von der Dauer einiger Tage) vor, die eine Amplitude von bis $\pm$ 50 % des Mittelwerts haben; während anderer Perioden war die Variation viel geringer. Einige ausgewählte Beispiele von auffallenden schnellen Schwankungen in Fodors Kurve sind S. [10] gegeben. Es ist schwierig zu entscheiden, was der gewöhnlichere Fall ist, eine so schnelle und ausgiebige Variation wie nach diesen Beispielen oder der ruhige Verlauf, den andere Teile der Kurve Fodors zeigen.

Örtliche Variation. Die Differenzen zwischen verschiedenen Lokalitäten können wenigstens für den O_2-Gehalt die grössten denkbaren Werte erreichen (vgl. Tab. I). Auch von einem Fleck zum andern kann die Variation beträchtlich sein. Russell & Applevard fanden für diese Variation in Ackerland Standardabweichungen, die rund 20 % des O_2-Defizits bezw. des CO_2-Gehalts betragen.

Verschiedene Tiefen. Die Änderung mit der Tiefe pflegt nicht dieser proportional zu sein, sondern gegen die Tiefe zu langsamer. Russell & Applevard fanden z. B. in 18″ Tiefe im Mittel nur um 27 % grössere CO_2-Gehalte und O_2-Defizite als in 6″, anstatt 200 % für lineare Änderung.

Kap. 3. Ursachen der Variationen in der Zusammensetzung der Bodenluft.

Schon frühzeitig hat man die Variationen teils mit auf die Grösse des O_2-Umsatzes in dem Boden einwirkenden Faktoren, wie »Verunreinigung» durch organisches Material (die ersten Untersuchungen wurden von Hygienikern ausführt), teils mit auf den Gasaustausch einwirkenden in Verbindung gebracht; dabei hat man zuweilen einseitig an die eine oder andere Gruppe von Faktoren gedacht und ist so in Widersprüche geraten. Es ist klar, dass beide eine Rolle werden spielen können.

Kap. 4. Die Oxydationsprozesse im Boden.

Sterilisationsversuche. Dass eine Erdprobe O_2 verbraucht, zeigte schon SAUSSURE. Nach Steriliseren durch Hitze oder Gifte ist dagegen der O_2-Verbrauch und die CO_2-Produktion bei gewöhnlicher Temperatur im allgemeinen nur gering. In sauren torfartigen Humusarten war aber in Versuchen HESSELMANS (1910 b) die Oxydation auch nach Sterilisieren durch Hitze nicht oder wenig herabgesetzt. Falls nicht in diesen Versuchen partielle Sterilisation oder Bildung leichtoxydierbarer Stoffe durch die Hitze vorgelegen hat, deuten die Resultate darauf hin, dass in solchen Böden eine aussergewöhnlich starke rein chemische Oxydation stattfindet.

Die Sauerstoffkonsumenten und Kohlensäureproduzenten des Bodens. Die Wurzeln der Pflanzen atmen im allgemeinen stark, aber trotzdem haben die vergleichenden Untersuchungen keinen einheitlichen Ausschlag dahin ergeben, dass das O_2-Defizit und der CO_2-Gehalt in bewachsenem Boden grösser wäre, was wohl aus der komplizierten Einwirkung der Pflanzendecke (WOLLNY, RUSSELL & APPLEYARD) zu erklären ist. Viel einheitlicher sind die Resultate für die Mikroorganismen gewesen, und man hat vielfach angegeben, dass die CO_2-Produktion oder der O_2-Verbrauch des Bodens als ein Mass fur die Lebhaftigkeit der Wirksamkeit seiner Mikroorganismen gebraucht werden könne. Dies gilt zunächst für Ackererde. Wie die Verhältnisse z. B. in Waldböden mit Rohhumus liegen, ist nicht geklärt (vgl. die ebenangeführten Versuche HESSELMANS.)

Biologische Ursachen der Variationen der Bodenluft. Für solche Böden, die fast alle Untersuchungen betreffen, ist es jedenfalls leicht, die Relationen zu verstehen, die man zwischen O_2-Verbrauch bezw. CO_2-Produktion des Bodens und Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit u. s. w. gefunden hat. Die Abhängigkeitskurven zeigen sich im Experiment als typische biologische Kurven mit einem Optimum. In der Natur wird im Zusammenspiel der Faktoren bald der eine, bald der andere Faktor begrenzend sein, und man versteht leicht, dass die Maxima z. B. der beobachteten CO_2-Kurven in verschiedenen Klimaten auf verschiedene Zeiten fallen. (München Juli, Indien zur Zeit der starken Regen; in England in den Monaten Nov.—Mai Parallelvariation mit der Bodentemperatur, Mai—Nov. mit dem Niederschlag). Die jährliche Variation scheint also in der Hauptsache durch eine entsprechende Variation in der Aktivität der Bodenorganismen bedingt zu sein.

Die schnelle Variation dagegen fasst man allgemein als durch Variationen in den durchlüftenden Faktoren bedingt auf, und wir werden auf dieselbe unten im Teil II zurückkommen.

Kap. 5. Der Betrag der CO_2-Produktion.

CO_2-Produktion in Ackererde. Man hat mehrfach gefunden, dass der CO_2-Gehalt der Luft über einem bewachsenen Acker im Hochsommer trotz der Assimilation der grünen Pflanzen zwischen diesen höher als in der freien Luft über dem Feld sein kann. Dies bedeutet natürlich soviel, dass die Produktion von dem Ackerboden unter Umständen den Verbrauch seitens der gebauten Pflanzen während der lebhaften Assimilationsarbeit im Hochsommer decken kann. An Hand von landwirtschaftlichen Produktionsziffern (SJÖSTRÖM 1911—1919) kann man eine Vorstellung davon gewinnen, was das in produ-

zierte CO_2 pro m^2 Acker bedeutet. Nach den Ziffern SJÖSTRÖMS bekommt man 7 bis 10,5 lit. (15° C, Normaldruck) CO_2 pro Tag und m^2. STOKLASA & ERNEST (1905) kommen zu 13,5 g CO_2 pro Tag und m^2, was fast genau dem niedrigeren Wert 7 lit aus SJÖSTRÖMS Ziffern entspricht.

CO_2-Produktion in Waldboden. STOKLASA & ERNEST fanden für Waldboden in Mitteleuropa sogar höhere Werte als für Ackerboden. In Schweden hat LUNDEGÅRDH (1921) einige direkten Bestimmungen ausgeführt, die Buchenwald- und Erlenbruchboden betreffen und 2—5 lit (15° C, wie oben und im folgenden) pro Tag und m^2 Bodenfläche ergaben. Selbst habe ich einige Bestimmungen nach einer ähnlichen, aber verbesserten Methode ausgeführt, die für Buchenwaldboden auf Hallands Väderö (Skåne=»Schonen») Werte ergaben, die in Tab. V, S. [21], angegeben sind. Die Methode unterscheidet sich von derjenigen LUNDEGÅRDHS dadurch, dass während der Versuchszeit kein Baryt in der Glocke (Fig. 1, S. [20]) zugegen ist, und ergibt deshalb einen sicheren Minimalwert der normalen Abgabe. Es wurde die anfängliche Konzentration c_0 der Kohlensäure an der Bodenoberfläche und die Konzentration c_t in der Glocke zur Ende der Versuchszeit t ermittelt an Gasproben von 3 bezw. 0,9 lit mit einer von LUNDEGÅRDH ausgearbeiteten Methode (Prinzip: PETTENKOFERS Flaschenmethode mit Verbesserungen von LETTS & BLAKE). Gleichzeitig mit dem Nehmen der Gasprobe durch L wurde eine entsprechende Menge Wasser durch W in den Becher (Fig. 1) eingegossen, um ein Heraussaugen von Bodenluft aus dem Boden zu vermeiden. Die Resultate werden sich offenbar dem wahren Wert der normalen Abgabe in demselben Masse nähern, als die Versuchszeit kurz genommen wird, und somit sehe ich mich berechtigt, den Mittelwert der beiden kürzesten Versuche, 5,2 g = 2,8 lit pro Tag und m^2, als einen sicheren Minimalwert der normalen Abgabe für die betreffende Periode und den betreffenden Boden anzunehmen.

Kap. 6. Die Lebhaftigkeit des Gasaustauschs, beurteilt an Hand der CO_2-Produktion und des Vorrats an CO_2.

Ackerland. Setzen wir den durchschnittlichen CO_2-Gehalt der Bodenluft in den oberflächlichen paar dm Bodenschicht zu $^3/_4$ %, so ist dies auch für Acker im Hochsommer ziemlich hoch gerechnet (vgl. Tab. I.) Um mit diesem CO_2-Gehalt 7 : 24 = 0,29 lit CO_2 zu bekommen (was ja die berechnete Abgabe pro Stunde und m^2 war, vgl Kap. 5), so brauchen wir immerhin 39 lit Bodenluft, entsprechend einem Bodenvolum von etwa 2 hl, wenn der Luftgehalt des Bodens 20 % ist (Durchschnitt für naturfeuchte Ackererde ist nach RUSSELL 1917 nur 10 %). Dieses Volum entspricht mit einer Grundfläche von 1 m^2 einer Höhe von 2 dm. D. h., es würde pro Stunde soviel von dem Boden abgegeben werden, als dem gesamten CO_2-Vorrat von der Oberfläche bis zur Tiefe 2 dm entspricht.

Buchenwaldboden. Wir fanden eine Abgabe von 0,12 lit pro Stunde und m^2 Bodenfläche. Zwei Tage später als die Abgabebestimmungen gemacht wurden, wurde der CO_2-Gehalt auf demselben Fleck in 3 verschiedenen Tiefen bestimmt (Vgl Teil VI, Tab. XIII H, Proben 76—78). Die CO_2-Überschüsse in 15 bezw. 30 cm Tiefe waren 0,16 bezw. 0,33 %[1], die Steigerung

[1] Diese Analysen wurden mit einem anderen, empfindlicheren Apparat (von HALDANE-Typus) als die anderen ausgeführt.

ist also bis an die letzte Tiefe annähernd linear. Sehen wir die Steigerung gegen die Tiefe als linear an, und rechnen wir, um nicht eine zu tiefe Durchlüftung zu fordern, mit dem sehr hohen Wert 60 % für den Luftgehalt des Bodens, so finden wir, dass die tatsächlich beobachtete Abgabe von CO_2 pro Stunde dem gesamten Vorrat an überschüssiger CO_2 von der Oberfläche bis zur Tiefe 1,9 dm entspricht.

Die Bodenkohlensäure und die Atmosphäre. Wenn diese Berechnungen verallgemeinert werden dürfen, ist offenbar der in der Bodenluft gefundene CO_2-Gehalt aufzufassen als ein Gleichgewicht einer intensiven Produktion und eines lebhaften Austauschs mit der Atmosphäre. Sicher liegt die Sache so in vielen Fällen, und vieles spricht dafür, dass dies der Regel ist. Mehrere Forscher haben einen deutlichen Einfluss der Bodenkohlensäure auf den CO_2-Gehalt der unteren Schichten des Luftmeeres gefunden. (z. B. Fodor 1881). Die modernen Ideen über Kohlensäuredüngung (vgl z. B. Bornemann, Reinau) bauen auch darauf, dass die Verhältnisse für Ackerland so liegen.

Der Sauerstofftransport. Bei den obigen Überlegungen ist stillschweigend die CO_2 als ein Indikator des Gasaustauschs angesehen worden. Der Sauerstofftransport interessiert uns noch mehr, es ist aber schwierig, darüber direkt ähnliche Anhaltspunkte zu gewinnen. Da aber die CO_2 im grossen ganzen im Boden als Folge biologischer Atmungsprozesse mit einem respiratorischen Quotient von 1 oder weniger entsteht, so kann man behaupten, dass O_2 im grossen ganzen mindestens ebenso schnell in den Boden strömt als CO_2 daraus entweicht.

Schlussfolgerungen. Man dürfte aus dem angeführten folgern dürfen, dass der normale Fall ein sehr lebhafter Gasaustausch zwischen den biologisch wirksamen Bodenschichten und der Atmosphäre ist. Um recht klar zu machen, was die eben angeführten Ziffern bedeuten, ist es vielleicht angebracht, sie von einem anderen Gesichtspunkt zu betrachten. Wir fanden, dass die stündlich abgegebene Menge CO_2 dem ganzen Vorrat bis zur Tiefe 2 dm entspricht. Wenn ein Dauerzustand herrscht, kann die geförderte Menge der produzierten gleichgesetzt werden, also die stündlich im Boden produzierten Mengen entsprechen dem Vorrat von der Oberfläche bis an die Tiefe 2 dm. Nun ist die biologische Wirksamkeit nahe an der Oberfläche gehäuft; wenn man die Bakterienkurven Waksmans (Fig. 3, Teil II, S. [58]) in Produktionskurven übersetzt, so findet man, dass 68 % der Totalproduktion oberflächlicher als 2 dm Tiefe gelegen ist. Also was in der 2 dm mächtigen Oberflächenschicht in $100 : 68 = 1^1/_2$ Stunde produziert wird, entspricht dem Vorrat an CO_2 in dieser Schicht. Eine vollständige Sistierung des Gasaustauchs dieser Schicht während $1^1/_2$ Stunde würde also genügen, um den CO_2-Überschuss in dieser Schicht auf das doppelte zu erhöhen, eine Sistierung während 14 Stunden würde eine Erhöhung auf das Zehnfache gegen früher herbeiführen, sofern die Aktivität unverändert fortdauerte, u. s. w. Ich schliesse aus diesen Ziffern, dass der normale Gasaustausch grösstenteils von Faktoren bewirkt sein muss, die im grossen ganzen immer mit ziemlich gleicher Intensität virksam sind; wenn ausgeprägt intermittent wirksame Faktoren wie Wind und dgl. die hauptsächlich wirksamen wären, würde man stets in der Zusammensetzung der Bodenluft schnelle Variationen zu erwarten haben von viel grösserer Amplitude als die gefundenen.

AVD. II.

GASUTBYTETS MEKANIK.

(Denna avdelning är i sin helhet tryckt på tyska, jfr förordet.)

TEIL II. Der Mechanismus des Gasaustausches.

(Dieser Teil ist in extenso deutsch gedruckt.)

KAP. 7. Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Faktoren.

Einen Vergleich der möglichen oder wahrscheinlichen Leistungsfähigkeit aller bei der Bodendurchlüftung in Frage kommenden Faktoren habe ich in der Literatur nicht finden können. Im Gegenteil, im allgemeinen begnügen sich die Verfasser, die den Mechanismus des Gasaustausches berühren, damit, die Faktoren aufzuzählen, die in Betracht kommen können, oder die Faktoren werden nach ihrer vermuteten Bedeutung gradiert und der eine oder andere als besonders wichtig herausgegriffen, alles ohne nähere Begründung. So gehen denn auch die Ansichten weit auseinander über die Frage, welche Faktoren bei der Bodendurchlüftung die Hauptrolle oder überhaupt eine nennenswerte Rolle spielen.

In der ersten Auflage von RAMANNS Bodenkunde (1893 p. 109) wird angegeben, dass der Gasaustausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre wesentlich durch zwei Vorgänge bewirkt wird, hauptsächlich durch Diffusion und dann durch Volumänderungen und Strömungen infolge Temperaturdiffe renzen. In der zweiten Auflage (1905 p. 297) werden als wirksame Faktoren genannt: Wechsel von Temperatur und Luftdruck, Diffusion, eindringendes Wasser und Windwirkung. Von diesen werden beide in der ersten Auflage genannten Faktoren nunmehr als von untergeordneter Bedeutung angesehen und als besonders wichtig werden statt dessen Wind, eindringendes Wasse und Luftdrucksschwankungen genannt. Über die Diffusion wird bemerkt: »Im allgemeinen ist jedoch der Ausgleich durch Diffusion zwischen den Gasen des Bodens so langsam, dass man ihm grosse Bedeutung kaum beimessen kann». Endlich in der dritten Auflage von RAMANNS Buch (1911 p. 386) werden dieselben Faktoren wie in der vorigen Auflage genannt; auch die Rolle der Luftdrucksschwankungen wird jetzt gering eingeschätzt, und als die einzigen effektiveren Faktoren werden Wind und eindringendes Wasser genannt und ausserdem Vertikalströmungen infolge stärkerer Erwärmung des Bodens sowie für die tieferen Bodenschichten Unterschiede im Luftdruck in grösseren Gebieten. Über die Diffusion wird wie in der vorigen Auflage gesagt, dass die Diffusionsprozesse langsam verlaufen, mit dem Zusatz: »zumal in Gasgemischen, die voneinander in ihrer Zusammensetzung so wenig abweichen wie Bodenluft und atmosphärische Luft». RAMANNS Ansichten werden bekanntlich in bodenkundlichen Fragen gewissermassen als normativ angesehen.

In HANNS Klimatologie (1908 Bd. I p. 80) liest man: »sinkt die Lufttemperatur oder nimmt der Luftdruck ab, so strömt Luft aus dem Boden, und

der CO_2-Gehalt der Luft nimmt zu». Andere Faktoren werden nicht genannt, nur zwei, deren Bedeutung, wie wir sahen, von RAMANN auf ein Minimum reduziert wird.

MITSCHERLICH (1920 p. 172) behauptet ausdrücklich, dass in der Natur die Durchlüftung nur durch »klimatische Einflüsse» bewirkt wird; er nennt 1) eindringendes Wasser, 2) Luftdrucksschwankungen, 3) Erwärmung des Bodens und 4) Ansteigen und Fallen des Grundwasserstandes.

CLEMENTS (1921 p. 44) dagegen nennt als einzigen Faktor (ohne Motivierung) die Diffusion.

Um endlich einen Forstmann zu zitieren, gibt HARTIG (1900 p. 263) die folgenden Faktoren als wirksam an: Temperaturschwankungen (tägliche und jährliche) in den oberen Bodenschichten, Diffusionsprozesse und Eindringen sauerstoffhaltigen Wassers. Betreffend den ersten Punkt nimmt HARTIG an, dass ein durch einen Waldbestand nicht beschatteter Boden »leichter atmet» als der bewachsene Waldboden, und zwar vor allem deshalb, weil ersterer grösseren Temperaturschwankungen ausgesetzt ist.

Die angeführten Literaturstellen sind bezeichnend für die Behandlung, die die Frage grösstenteils bis jetzt erfahren hat, sowie für den entsprechenden Mangel an Übereinstimmung der Ansichten. Der einzige Forscher, der meines Wissens einen Versuch einer vergleichenden quantitativen Schätzung der Leistung verschiedener Faktoren gemacht hat, ist BUCKINGHAM (1904). Seine Arbeit, die aus dem physikalischen Laboratorium des amerikanischen Bureau of soils stammt, enthält einen sehr aufklärenden Vergleich zwischen zwei Faktoren, den Luftdrucksschwankungen und der Diffusion; der Vergleich ruht auf experimenteller Basis und hat ergeben, dass die Luftdrucksschwankungen nur eine gegen die Diffusion verschwindende Bedeutung haben können. Da die Behandlung nur zwei Faktoren betrifft, die beide nach RAMANN von sehr kleiner Bedeutung sein sollen, ist aber die Frage durch BUCKINGHAMS Arbeit lange nicht erschöpft. Wichtiger ist, dass LEATHER (1915), imperial agricultural chemist zu Pusa, Britisch-Indien, in einem konkreten Fall beim Vergleichen der nach BUCKINGHAMS Formeln berechneten diffundierten Mengen mit den auf Grund von Tatsachen zu forderndern eine befriedigende Übereinstimmung fand. Dementsprechend sieht er die Diffusion als den Hauptfaktor an. Trotzdem hat der Kollege LEATHERS, the imperial economic botanist zu Pusa (HOWARD & HOWARD 1915 b p. 6) gleichzeitig kein Wort für die Diffusion als Durchlüftungsfaktor, sondern spricht nur von Änderungen des Grundwasserstandes und von »other factors such as expansion and contraction due to changes in temperature, evaporation of soil moisture and changes in the atmospheric pressure». Und das Ergebnis des Rechenbeispiels LEATHERS an Hand der Ziffern BUCKINGHAMS hindert nicht zwei amerikanische Ökologen zwei Jahre später aus denselben Ziffern herauszulesen, dass »the effect of diffusion alone has been shown by BUCKINGHAM to be extremely slow» (CANNON & FREE 1917).

Die Unklarheit auf dem Gebiet lässt also nichts zu wünschen übrig. Besagte Unklarheit ist aber eine grosse Schwierigkeit bei der Beurteilung darüber wie das Bodendurchlüftungsproblem eigentlich liegt. Ist HARTIG im Recht, wenn er sagt, dass die Durchlüftung nach Abholzung infolge der grösseren Temperaturamplitude im Boden verbessert wird? Ist CLEMENTS im Recht,

(1921 p. 104), wenn er die Ursache der günstigen Wirkung einer Bodenbearbeitung auf unseren norrländischen Kiefernheiden in einer verbesserten Bodendurchlüftung sieht? Es sei bemerkt, dass sich diese beiden Behauptungen nicht auf Analysen gründen. Die meisten solchen Fragen können natürlich in jedem Einzelfall durch fleissige vergleichende Bodenluftanalysen entschieden werden; wir werden später eben diese Fragen derart direkt auf empirischem Grund beleuchten. Jedoch sind ja solche Untersuchungen jedes einzelnen Falls sehr zeitraubend. Wenn der einzige Weg, sich ein Gesamtbild der Verhältnisse zur Beurteilung der allgemeinen Lage des Problems zu bilden, der wäre, ein Riesenmaterial von Bodenluftanalysen aus Waldbeständen aller denkbaren Abstufungen zusammenzuschaffen, so hätten wir einen langen Weg zu einem solchen Gesamtbild. Könnte man einen Einblick in den Mechanismus des Gasaustausches gewinnen und damit die Einwirkung verschiedener Faktoren auf denselben einigermassen zu durchschauen lernen, so wäre dies deshalb kein geringer Gewinn auch von rein praktischem Gesichtspunkt. Es ist ja auch so, dass so lange man nichts über die Kausalzusammenhänge weiss, man mehr oder weniger bewusst Hypothesen darüber aufstellt, wenn auch nur zu eigenem Gebrauch, und dass man sich dann oft unbewust durch diese Hypothesen beim Urteilen und Handeln leiten lässt. In der Bodenluftliteratur gibt es Beispiele dafür, wie solche oft nicht einmal ausgesprochene Hypothesen die Einschätzung von Tatsachen beeinflusst haben. Wenn man z. B., wie RAMANN, MITSCHERLICH und viele andere, die »Permeabilität» des Bodens, d. h. seine Durchlässigkeit für durchgepresste Luft, als Mass für den Grad seiner Durchlüftung unter natürlichen Verhältnissen ansieht, so geht man von der Hypothese aus, dass Massenbewegungen der Luft bei der Durchlüftung die Hauptrolle, und die Diffusion eine untergeordnete Rolle spielt.

* * *

Derartige Gesichtspunkte haben mich zu einem Versuch veranlasst, mir an Hand zugänglicher Daten eine Auffassung von dem Mechanismus des Gasaustausches zu verschaffen. Die Auseinandersetzungen werden aus naheliegenden Gründen fast auf jedem Punkt einen sehr approximativen Charakter besitzen, die Überlegungen bewegen sich jedoch immer auf quantitativem Grund. Ich bin so vorgegangen, dass ich für jeden der in Frage kommenden Faktoren eine quantitative Schätzung seiner Leistungsfähigkeit versucht und das Ergebnis mit den oben für gewisse konkrete Fälle berechneten Minimalziffern für die tatsächliche Durchlüftung verglichen habe. Damit wird selbstverständlich auch ein Vergleich der Faktoren untereinander ermöglicht. Die ebengenannte oben berechnete Durchlüftungsziffer von bis rund 20 cm Tiefe in 1 Stunde wird im Folgenden kurz »Normaldurchlüftung» genannt, womit ja nicht behauptet sein soll, dass diese Ziffer wirklich ein gutes Mass für die tatsächliche durchschnittliche Durchlüftung der Böden aller Welt darstellt.

Die genannten Auseinandersetzungen bilden den Gegenstand der folgenden Darstellung. Da ich es nicht übernehmen kann, die ohnehin möglichst knapp gestaltete Darstellung unbeschadet der Begreiflichkeit noch kürzer zu resümieren, so ist aus Sparsamkeitsgründen die Darstellung in extenso deutsch gedruckt

worden; in dem schwedischen Text finden sich nur die Ergebnisse mitgeteilt, zu denen ich gelangt bin, und für die Motivierung der Schlussfolgerungen wird auf den deutschen Text verwiesen. Die in unseren Mitteilungen sonst übliche Ordnung ist also betreffs dieser Abteilung gerade umgekehrt worden.

Die in Frage kommenden Faktoren können auf die Rubriken Temperatur, Luftdruck, Wasser, Wind und Diffusion verteilt verden.

A. Temperatur.

Temperaturverschiedenheiten können in zweierlei Weise eine Durchlüftung im Boden bewirken. Einmal kommen zeitliche Schwankungen in den betreffenden Bodenschichten in Frage, indem sich die Bodenluft dem Temperaturgang im Boden entsprechend ausdehnen bezw. zusammenziehen muss. Weiterhin müssen Temperaturdifferenzen Boden—Luft, falls sie positiv sind, einen Anlass bilden zum Einströmen kälterer und schwererer atmosphärischer Luft in den Boden unter Verdrängung entsprechender Volumina Bodenluft.

Der Temperaturgang im Boden ist ein ausgesprochen periodischer mit teils einer täglichen, teils einer jährlichen Periode, von denen sich letztere $\sqrt{365}$, also 19 mal tiefer als erstere, eben noch bemerkbar macht. Die tägliche Temperaturschwankung wird meistens schon in etwa 1 m Tiefe unmerklich (Hann 1915 p. 53 und 48).

Über den Wärmeumsatz im Boden liegt eine ziemlich reiche Literatur vor. Es ergaben sich Unterschiede zwischen nacktem und bewachsenem Boden, zwischen Feld und Wald (vgl. ausser den unten zitierten Ziffern z. B. Hamberg 1885) und noch grössere zwischen verschiedenen Bodenarten. Homén (1897) fand in drei verschiedenen untersuchten Bodenarten den täglichen Wärmeumsatz am grössten im Granitfelsen, dann kam die Sandheide und am letzten die Moorwiese (vgl. auch Vageler 1906), entsprechend dem verschiedenen Wärmeleitungsvermögen der Böden. Die Werte verhielten sich wie 16 : 9 : 4. Dabei ist die Wärmekapazität der Böden nach Volumen gerechnet ungefähr gleich, sogar grösser in der Moorwiese als in den beiden anderen Böden. Was die Temperaturamplituden betrifft, waren sie an der Oberfläche am grössten in der Sandheide und in den beiden übrigen Böden ungefähr gleich, gegen die Tiefe zu sinkt aber die Amplitude sehr rasch in der Moorwiese, langsam im Granitfelsen, während die Sandheide eine Mittelstellung einnimmt. Während drei Augusttagen war z. B. in 30 cm Tiefe die tägliche Amplitude in der Moorwiese 0,12°, in der Sandheide 1,82° und im Granitfelsen 5,20° (siehe des näheren Homén, p. 48). Die tägliche Amplitude ist im Hochsommer am grössten, im Winter am niedrigsten (vgl. Kretzer 1912, p. 70, Beobachtungen aus Irkutsk).

Die tägliche Schwankung. Ziffern, die uns hier interessieren, sind nur solche, die in genügend kurzen Intervallen gemachte Temperaturbeobachtungen für verschiedene Tiefen bis etwa 1 m darstellen. Als am meisten für unsere Zwecke verwendbar habe ich Müttrichs (1886 p. 96—101) Beobachtungsserien mit 2-stündlichem Intervall aus Eberswalde gewählt. Diese umfassen eine Periode von 15 Hochsommertagen (16.—30. Juni 1879), und es wurde an zwei Stationen beobachtet, einer Wald- und einer benachbarten Feldstation, beide auf Sandboden gelegen.

Bei der Berechnung der Volumänderung der Bodenluft aus den Temperaturdaten habe ich jeweils die Temperatur innerhalb jeder der Schichten 0—7,5, 7,5—22,5, 22,5—45, 45—75, 75—105 und 105—135 cm als konstant angesehen und beziehungsweise gleich den jeweils abgelesenen Temperaturen in den Tiefen 0, 15, 30, 60, 90 und 120 cm. Unterhalb 135 cm habe ich die Temperatnr als invariant angenommen. Der Einfachheit halber habe ich durchweg mit einer Volumänderung von 0,34 % pro Grad gerechnet; die vorkommenden Temperaturen sind zwischen 11° und 26° gelegen. Die für die Rechnung verwendeten Temperaturwerte sind die Mittel für die betreffenden Stunden aus den Beobachtungen der sämtlichen 15 Tage. Nach Berücksichtigung aller Schichten bis 135 cm in der angegebenen Weise findet man maximale Expansion um 4 Uhr nachm., maximale Kontraktion um 6 Uhr vorm. Die sich ergebende Längendifferenz zwischen grösster und kleinster Länge einer den betreffenden Temperaturschwankungen ausgesetzten Bodenluftsäule beträgt für die Feldstation 0,6 cm, für die Waldstation 0,3 cm. Diese Ziffern geben aber offenbar die Tiefen an, bis zu denen der betreffende Boden täglich durch den tagesperiodischen Gang der Temperatur einmal durchlüftet wird. Im Durchschnitt würde der Boden also dadurch pro Stunde bis zu $^1/_4$ mm (Feldstation) bezw. $^1/_8$ mm (Waldstation) Tiefe pro Stunde durchlüftet werden. Oben wurde als Normaldurchlüftung etwa 20 cm pro Stunde gefordert, also 800 bezw. 1 600 mal so viel. Auch wenn man mit einem Wärmeumsatz wie dem von Homén im Granitfelsen gefundenen rechnen würde, bliebe der Effekt gegen die Normaldurchlüftung verschwindend klein.

Es darf noch bemerkt werden, dass die Beobachtungen Müttrichs, die unserer Berechnung zugrunde lagen, im Hochsommer ausgeführt wurden, wo die Amplitude der Bodentemperatur am grössten ist. Weiter ist wie oben bemerkt in torfartigen Böden die Tagesamplitude geringer als im Sandboden. Viele Rohhumusböden werden sich den Torfböden nähern. Andererseits dürften die Amplituden in nacktem Ackerland im Sommer ein wenig grösser sein können als nach Müttrichs Beobachtungen (vgl. Keen & Russell 1921). Die Grössenordnung bleibt jedoch dieselbe.

Die jährliche Schwankung. Den Einfluss der jährlichen Schwankung der Bodentemperatur habe ich an Hand der Isoplethentafel für Tiflis in Hanns Meteorologie (1915 p. 51) geschätzt. Nach v. Bezold (Hann p. 52) ist die Wärmemenge im Boden ein Maximum bezw. ein Minimum, wenn die Wärmeaufnahme an der Oberfläche in Abgabe übergeht, und umgekehrt. Die Zeiten, wo dies geschieht, sind nach der genannten Isoplethentafel September bezw. Februar. Die vertikale Temperaturverteilung zu diesen Zeiten kann derselben Isoplethentafel entnommen werden. Ich habe bei der Berechnung die Strecken zwischen zwei Isoplethen als von gleicher Temperatur angenommen gleich dem Mittel der beiden Werte der Grenzisoplethen. Die Berechnung liefert eine Längendifferenz der 15 m langen dem Temperaturwechsel ausgesetzten Bodenluftsäule von rund 2 dm zwischen Maximum und Minimum. Die Durchlüftung beträgt also in einem Jahr soviel wie oben für eine Stunde gefordert wurde, also rund 1/9 000. Tiflis hat ein ziemlich kontinentales Klima (Unterschied in der Lufttemperatur zwischen dem wärmsten und dem kältesten Monat des Jahres 24,7°; für Stockholm 20,1°, für Berlin 18,8°, für München 20,2°, für Paris 20,6°, alles nach der Zusammenstellung in Hanns Meteorologie).

Stärkere Erwärmung des Bodens gegenüber der Luft. Es kommt oft vor, dass der Boden höhere Temperatur besitzt als die darauflagernde Luft. Die miterwärmte Bodenluft ist dann leichter als die freie Luft darüber und wird somit ein Bestreben haben, nach aufwärts zu entweichen, um durch schwerere kältere Luft von oben ersetzt zu werden. Der Durchlüftungseffekt eines solchen Temperaturunterschieds ist bestimmt, einerseits durch die Grösse des wirksamen Druckgefälles, andererseits durch den Reibungswiderstand gegen die Bewegung der Luft im Boden.

Wenn eine kältere und also schwerere Luftschicht eine wärmere, leichtere überlagerte, und die beiden Schichten durch eine vollkommen wagerechte Fläche getrennt wären, so würde zunächst nichts geschehen. Das Gleichgewicht ist aber labil; sobald irgendwo eine Neigung der Grenzfläche auftritt, entsteht eine beschleunigte Bewegung, die damit endet, dass das ganze System umkippt und ein stabiles Gleichgewicht hergestellt wird. Die treibende Kraft der Bewegung ist einfach die Differenz der Gewichte gleicher Volumina der schwereren und der leichteren Luft. Einigermassen ähnliche Vorgänge wie der skizzierte hat die dynamische Meteorologie gut mathemathisch zu fassen gelernt, nämlich die Bewegung einer Luftmasse, die sich über zwei verschieden erwärmten Punkten der Erdfläche erstreckt und dadurch über diesen Punkten verschiedene Temperatur und Dichte angenommen hat. Jedoch hat man es in der Meteorologie nur mit Dichtigkeitsdifferenzen in hauptsächlich horizontaler Richtung zu tun und ist nicht genötigt gewesen, die Verhältnisse bei einer Ausgangslage zu behandeln, die sich dem oben beschriebenen Zustand nähert. Die sehr geringe Reibung in der freien Atmosphäre schliesst nämlich das Auftreten solcher Bedingungen aus. Anders bei dem Aus- und Einströmen der Luft im Boden. Hier spielt die Reibung eine Hauptrolle, und das macht auch, dass die kältere schwerere Luft vielleicht eigentlich nie in den Boden gelangen kann, denn beim Eintreten in den erwärmten Boden wird sie sofort erwärmt. Die Weglänge, die die frische Luft von oben in dem Boden zurücklegen kann, bis sie auf eine gewisse Temperatur erwärmt worden ist, d. h. gegebenenfalls die Tiefe, bis zu der eine Ventilation infolge der stärkeren Erwärmung des Bodens überhaupt denkbar ist, und die durchschnittlichen Triebkräfte der Strömung für eine gewisse Bodenschicht, sind wieder von der Reibung im Boden abhängig und somit von Fall zu Fall verschieden. Die Triebkräfte, mit denen man zu rechnen hat, sind also nicht nur von der Temperaturdifferenz bestimmt.

Auch nach Beratung mit dem Herrn Direktor des meteorologichen Zentralbüros J. W. Sandström, der mich in zuvorkommender Weise das vorliegende Problem mit ihm hat diskutieren lassen, habe ich deshalb keinen Ausweg gefunden, den fraglichen Durchlüftungseffekt in exakterer Weise zu behandeln als in der groben, wie es im folgenden geschieht.

Angesichts der Unmöglichkeit, eine einigermassen begründete Auffassung von der mittleren oder wahrscheinlichen Grösse der Triebkräfte zu gewinnen, habe ich getrachtet, wenigstens von den maximalen denkbaren eine Vorstellung zu gewinnen.

Denken wir uns eine zilindrische Erdprobe aus einem homogenen gleichmässig erwärmten Boden z. B. mittels eines Erdbohrers aufgenommen und mitsamt dem umgebenden Metallzilinder in die kältere Atmosphäre aufgehängt, so dass die freien Endflächen des Bodenzilinders nach oben bezw. unten

schauen. Die erwärmte Bodenluft wird dann durch die obere Endfläche entweichen und durch die untere Endfläche durch atmosphärische Luft ersetzt werden. Die Geschwindigkeit dieser Strömung wird teils von dem Druckgefälle, teils vom Reibungswiderstand abhängen. Die Differenz der Drucke pro 1 cm² Porenquerschnitt der unteren und 1 cm² der oberen Endfläche wird gleich sein der Differenz der Gewichte einer Säule der kälteren umgebenden Luft und einer der Bodenluft, beide von 1 cm² Querschnitt und der Höhe h des Bodenzilinders. Dieser Druckunterschied verteilt sich auf dieselbe Länge h. Das Druckgefälle D/h in vertikaler Richtung wird also, wenn s_B das spezifische Gewicht der Bodenluft, s_L dasjenige der Luft ist (beide auf Wasser bezogen):

$$D/h = (h \,.\, s_L - h \,.\, s_B) : h = s_L - s_B ,$$

in cm Wassersäule pro cm. Wenn t_L die Temperatur der Luft, t_B diejenige des Bodens und s_0 das spezifische Gewicht der Luft bei 0° ist, wird das Druckgefälle:

$$D/h = s_0 \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{t_L}{273}} - \frac{1}{1 + \frac{t_B}{273}} \right) = \left(\frac{1}{1 + \frac{t_L}{273}} - \frac{1}{1 + \frac{t_B}{273}} \right) \cdot 0{,}0013 ,$$

falls die Temperatur der Bodenluft stets und überall gleich derjenigen des Bodens bleibt. Für gewöhnliche Temperaturen kann man mit für die jetzige Überlegung hinreichender Genauigkeit setzen:

$$D/h = (t_B° - t_L°) \cdot 0{,}000004 \text{ cm Wasser/cm} = (t_B° - t_L°) . 0{,}004 \text{ mm Wasser/m}.$$

Wenn wir uns nun den Bodenzilinder in den Boden zurückgesetzt denken, so hat die freie Luft nicht mehr freien Zugang an seine untere Grenzfläche. Luft von der niedrigeren Temperatur wird überhaupt nicht an diese Fläche gelangen, sie muss auf dem Wege erwärmt werden, und sie hat auf dem Weg einen Reibungswiderstand zu überwinden, der vorher fehlte. Man könnte versucht sein, die Berechnung den natürlichen Verhältnissen besser anzupassen dadurch, dass man den Druckunterschied auf die doppelte Länge sich verteilen liesse, also die Hälfte des obigen Wertes für D/h nähme. Dadurch ginge aber möglicherweise der Charakter als Maximalwert des berechneten D/h verloren, weil der Reibungswiderstand für die Ersatzluft nicht notwendig gleich demjenigen der aufströmenden Bodenluft sein muss. Denn als Ersatz für 1 lit. Bodenluft, die durch einen Querschnitt von 1 dm² ausströmt, kann ja ein gleiches Volum Bodenluft von allen Seiten her durch einen allmählich immer grösseren Querschnitt nachströmen um ihrerseits auf sehr breiter Front in der Umgebung durch frische Luft von oben ersetzt zu werden. Wir unterlassen also die entspechende Reduktion des angegebenen Druckgefälles. Das eben über die mögliche Zuströmung von den Seiten Gesagte erinnnert uns aber daran, dass nunmehr der Metallzilinder um die Bodenprobe fehlt. Seitliche Bewegungen innerhalb der Bodenprobe, zu denen vorher kein Anlass bestand, werden also vorkommen können, und werden innerhalb des Bodens als Ganzes vorkommen müssen, denn die auf- und absteigenden Strömungen müssen miteinander durch seitliche sozusagen verbunden werden. In Wirklichkeit wird sich wohl die Sache so gestalten, dass die Bodenluft von den Gipfeln kleiner und kleinster Bodenerhebungen wie aus einem Schornstein ent-

Tabelle VI. Zusammenstellung einiger beobachteter Temperaturdifferenzen $t_B - t_L$ verschiedener Bodenniveaus, für

Stunden: / Station	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Eberswalde, Preussen; Feldstation.	2,9		2,7		2,6		1,1		—		1,6		3,2		4,2	
D:o; Waldstation.	1,4		1,4		1,3		0,4		—		—		—		—	
D:o; Feldstation.	2,7		2,8		2,6		1,4		—		—		—		—	
D:o; Waldstation.	0,7		0,9		0,9		0,4		—		—		—		—	
D:o; Feldstation.	—		—		—		—		—		—		—		—	
D:o; Waldstation.	—		—		0,1		0,1		—		—		—		—	
Karislojo, Finnland; Sandheide mit Gras und *Myrtillus*.	3,3	3,5	3,6	3,4	3,2	1,9	0,1	0,1	0,0	0,5	—	0,2	1,5	1,7	0,5	0,7
D:o; Moorwiese.	5,1	5,6	6,2	6,6	6,6	6,0	2,0	—	—	—	—	0,1	—	—	—	0,2
Taihoku, Japan; Rasen auf Lehmboden.	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,4	1,7	2,6	3,7	4,6	5,1	5,0	4,3	4,0
Tadotsu, Japan; Rasen.	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,4	3,3	5,5	8,4	11,0	13,0	13,7	13,3	11,8

weicht und dafür atmosphärische Luft an benachbarten Stellen von kleinen Vertiefungen her in den Boden eindringt. Dazwischen werden vermittelnde seitliche Strömungen auftreten. Ein gewisses Bodenluftvolumen als Ganzes betrachtet wird also eine sozusagen drehende Bewegung ausführen. Wir erinnern uns aber, dass die Höhe h der Bodenmasse, in der die Aufwärtsbewegung bestand, aus unserer Formel oben verschwand. Die kleinen Schornsteine, in denen die Bodenluft nach aufwärts strömt, mögen also hoch oder niedrig sein, das Gefälle, das die Bodenluft in die Höhe treibt, kann doch bei ge-

zwischen innener Bodenoberfläche und Atmosphäre, bezw. Differenzen $T-t$ einiger die verschiedenen Tagesstunden.

4	5	6	7	8	9	10	11	Positive effektive Durchschn.-Differenz	Bemerkungen
3,6		1,4		2,4		3,3		**2,4**	t_B = Durchschnittstemp. 16.—30. Juni 1879 der inneren Oberfläche für die betr. Stunden. t_L = Lufttemp. in Schutzkasten 1,5 m hoch, Durchschnitt für dieselbe Zeit und Stunden.
—		—		0,6		1,5		**0,6**	D:o
—		0,4		2,0		2,8		**1,2**	T = Durchschnittstemperaturen wie oben, das Niveau 15 cm tief betreffend. t = Oberflächentemperaturen = t_B oben.
—		—		—		0,4		**0,3**	D:o
—		—		—		—		**0,0**	T = Durchschnittstemperaturen wie oben für das Niveau 30 cm tief. t = entsprechende Temperaturen für 15 cm = T oben.
—		—		—		—		**0,0**	D:o
0,9	1,6	1,6	2,3	2,2	2,8	2,7	3,1	**1,7 (1,3)**	$t_B - t_L$ für jede Stunde Mittel aus den Einzeldifferenzen; negative Werte als Null gerechnet; Beobachtungsperiode 10.—17. Aug. 1893; beobachtete t_B = Temperaturen 1 cm tief, t_L = Temperaturen »im Grase».
0,2	0,9	2,1	3,3	4,2	4,5	4,7	4,9	**2,6 (2,5)**	
3,4	2,8	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	**2,8**	t_B = 12-jährige Mittel (1897—1908) für Juli und die betr. Stunden der Temp. der inneren Oberfläche; t_L ebenso für die Lufttemperatur 1,2 m hoch.
9,6	7,1	5,3	4,3	3,9	3,7	3,5	3,4	**6,0**	t_B = 16-jährige Mittel (1893—1908) für Aug. und die betr. Stunden der Temp. der inneren Oberfläche; t_L ebenso, Lufttemperatur 1,2 m hoch.

gebenem Temperaturunterschied zwischen den Schornsteinen und der atmosphärischen Luft niemals die nach unserer Formel berechneten Werte übersteigen. Dagegen hat die Ersatzluft immer einen extra Widerstand zu überwinden, den wir nicht in die Rechnung gezogen haben. Die berechneten Durchlüftungswerte werden also jedenfalls Maximalwerte darstellen.

In Tab. VI sind einige Temperaturdifferenzen $t_B - t_L$ zusammengestellt, berechnet aus Beobachtungen zu Eberswalde, Deutschland, zu Karislojo in Finnland und an zwei japanischen Stationen (Müttrich 1886, p. 96—103,

Homén 1897, p. 27—40, Kretzer 1912, p. 34—35 und 48—49). Die zwei gewählten japanischen Stationen sind diejenigen, die für den Monat, der die maximale Mitteldifferenz Boden—Luft zeigt, den kleinsten bezw. grössten Wert dieses Mittels unter den angeführten 16 Stationen zeigen. Der gewählte Monat ist der, der für die betreffende Station die grösste Durchschnittsdifferenz des ganzen Jahres zeigt. Negative Differenzen sind als Null gerechnet und, falls für die betreffende Stunde nur negative oder Nullwerte vorkommen, statt einer Ziffer nur ein Strich in die Tabelle gesetzt. Als »positive effektive Durchschnittsdifferenz» ist endlich das Mittel der positiven Stundenwerte, die negativen als Null gerechnet, angegeben. Wir werden gleich von diesen Ziffern Gebrauch machen.

Zuerst wollen wir aber die Reibungswiderstände gegen die Luftbewegung im Boden ins Auge fassen. Es liegen besonders von agrikulturwissenschaftlicher Seite Untersuchungen über die sogenannte Permeabilität des Bodens vor. Die Resultate zweier Forscher (Wollny 1893, Buckingham 1904) sind in Tab. VII zusammengestellt.

Die in der Tabelle gegebenen Ziffern sind aus den Originaldaten umgerechnet unter der Voraussetzung, dass die geförderte Luftmenge proportional

Tab. VII. **Geschwindigkeit des Luftstromes in cm pro Stunde durch verschiedene Bodenarten bei einem Druckgefälle von 1 mm Wasser pro m (cm³ Luft durch 1 cm² Porenquerschnitt pro Stunde bei dem angegebenen Druckgefälle).**

Sortiment	Lagerung	Luftstrom	Sortiment	Lagerung	Luftstrom
Quarzsand I	fest	0,2	Garden loam (trocken)	locker	1
» II	»	4	» » »	fest	0,6
» III	»	9	» » (18,6 % aq)	locker	26
» IV	»	17	» » » » »	mittel	9
» V	»	45	» » » » »	fest	4
» VI	»	93	Cecil clay (19,6 % aq)	locker	123 bis 128
» VII	»	406	» » » » »	mittel	38 » 39
» I—VII	»	3	» » » » »	fest	13
Kaolin	»	0,1	» » (20,1 % aq)	locker	125 bis 129
Lehmkrümel	locker	c:a 1 400	» » » » »	fester	21
»	mittel	» 550	d:o bewässert	»	9 bis 12
»	fest	» 0,2	Windsor sand (4,2 % aq)	locker	103
Dune sand	locker	66	« » » » »	fester	15
» »	fest	12	d:o bewässert	»	6

Bemerkungen: Deutsche Sortimentsnamen bezeichnen Resultate aus Wollny, englische aus Buckingham. Die Quarzsandsortimente I bis VII haben bezw. die folgenden Korngrössen in mm: 0,01—0,07; 0,07—0,11; 0,11—0,17; 0,17—0,25; 0,25—0,50; 0,5—1,0; 1,0—2,0. Das Sortiment Lehmkrümel bestand aus einem Gemisch von 0,5 bis 4 mm grossen Krümeln und wurde feucht verwendet. Die Ziffern in der Tabelle sind sämtlich aus den Originaldaten berechnete Zahlen, vgl. die Bemerkungen darüber im Text.

dem Druckgefälle variiert. Dies gilt nach WOLLNY (1893 p. 204—205) solange die Geschwindigkeiten nicht mehr als 5 cm pro sek. betragen, also nicht mehr als 18 000 cm pro Stunde. Oberhalb dieser Grenze nimmt der Luftstrom langsamer zu als in Proportion zu dem Gefälle. Bei der Berechnung der Tabelle liegen für die zwei lockersten Lagerungen des Lehmkrümelgemisches die benutzten Originaldaten oberhalb der genannten Grenze und wären somit schon aus dem Grunde ungenau. Sie sind es auch wegen Unsicherheit des verwendeten Porositätswertes. Die Originaldaten betreffen nämlich pro Einheit Bodenquerschnitt geförderte Luftmenge. Sie sind auf Einheit Porenquerschitt umgerechnet unter Verwendung, für BUCKINGHAMS Material der vom Autor selbst mitgeteilten Porositätsziffern, für WOLLNYS Material im allgemeinen der von HANNÉN (1892) mitgeteilten Porositätsziffern für ganz dieselben Sortimente in derselben Lagerung. Für das Sortiment Lehmkrümel habe ich aber ein von HANNÉN (p. 22) mitgeteiltes luftgefülltes Porenvolum für ähnliches, aber nicht gleiches Lehmkrümelmaterial mit einem Wassergehalt entsprechend der kleinsten Wasserkapazität verwenden müssen. Dieser Wert wurde für WOLLNYS Sortiment in fester Lagerung direkt verwendet, für mittelfeste und lockere Lagerung daraus die entsprechenden Porenvolumina nach bei WOLLNY sich vorfindenden Angaben berechnet. Die Porenvolumina für lockere, mittlere und feste Lagerung werden so bezw. 48 %, 41 % und 33 %. Diese Zahlen sind offenbar unsicher, und somit auch die entsprechenden Geschwindigkeiten für das Lehmkrümelsortiment in der Tabelle. (Die relative Grösse dieser Werte untereinander ist jedoch zuverlässig.) Für die übrigen Sortimente WOLLNYS dürften die Porenquerschnitte, mit denen ich gerechnet habe, ziemlich genau die richtigen sein, obgleich die angewandte Methode, die Werte anderswoher zu holen, gewagt erscheinen möge. Die von HANNÉN und WOLLNY verwendeten Sortimente sind nämlich genau dieselben; ausserdem bietet sich in zwei Fällen die Möglichkeit einer Kontrolle, nämlich für Sand VI und VII, für die WOLLNY selbst (p. 204—205) die Porositäten angibt:

	Berechnet nach HANNÉNS Ziffern.	Angabe bei WOLLNY.
Porosität von Sand VI in fester Lagerung	39,4 %	39,1 %
» » » VII » » »	37,6 %	37,8 %

Die Übereinstimmung scheint mir sehr befriedigend, und ich nehme an, dass die Ziffern HANNÉNS auch für die übrigen Sortimente ohne grosse Fehler für die Berechnung verwendet werden können.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Permeabilität verschiedener Böden ausserordentlich verschieden ist, indem die Werte mit der Korngrösse, der Struktur und dem Packungsgrad des Bodens innerhalb weitester Grenzen variieren. Wie Packung des Bodens wirkt auch Bewässerung desselben kräftig erniedrigend auf seine Permeabilität.

Wir kehren nunmehr zu der Tabelle VI oben zurück, und zwar wollen wir jetzt die Kolonne »positive effektive Durchschnittsdifferenz» betrachten. Es ist klar, dass wenn man die vereinfachte Formel oben $D/h = (t_B - t_L) \cdot 0{,}004$ annimmt, die Ziffern der genannten Kolonne, in die Formel anstatt der Parenthese eingesetzt, einen (Maximal-)Näherungswert für das durchschnittliche wirksame Druckgefälle während des Tages ergeben, der dann mit den Ziffern der Tabelle multipliziert die (maximale) durchschnittliche Geschwindigkeit des

Entweichens der Bodenluft unter den betreffenden Verhältnissen aus Böden der betreffenden Korngrösse ergibt. Es herrscht ja direkte einfache Proportionalität, man kann also Mittelwerte verwenden.

Nehmen wir z. B. zunächst den letzten, grössten Wert der Tabelle, den für Tadotsu während des günstigsten Monats, so bekommt man ein Gefälle von 0,024 mm Wasser pro m. Dieser Wert mit dem grössten Wert der Tabelle VII, dem für Lehmkrümel in lockerer Lagerung, kombiniert gibt einen Luftstrom von 34 cm pro Stunde, mit dem nächsthöchsten Wert, dem für Lehmkrümel in mitteldichter Lagerung, 13 cm pro Stunde. Der höchste Wert BUCKINGHAMS, der für »Cecil clay» mit 20,1 % Wasser (»somewhat lumpy»), gibt 3,1 cm pro Stunde. Nimmt man den, abgesehen von den krümeligen Lehmsortimenten, höchsten Wert BUCKINGHAMS, den für »Dune sand» in lockerer Lagerung, so ergibt sich 1,6 cm pro Stunde.

Geht man an Stelle des hohen Wertes für Tadotsu von dem Wert für die Eberswalder Feldstation (Erdoberfläche) aus, werden alle Werte 0,4 von den früheren, also z. B. für lockeren dune sand 0,6 cm pro Stunde. Um eine Schätzung des grösstmöglichen Effektes in einem natürlichen Waldboden Schwedens unter günstigen Verhältnissen zu erhalten (ich denke zunächst an eine schüttere Kiefernheide), kombiniere ich die Differenzwerte HOMÉNS für die finnische Sandheide mit dem Permeabilitätswert für BUCKINGHAMS dune sand in fester Lagerung und bekomme einen Luftstrom von 0,08 cm pro Stunde.

Die berechneten Ziffern betreffen die Ausströmungsgeschwindigkeit der Bodenluft an den Stellen, wo ein solches Ausströmen stattfindet. Das Einströmen der entsprechenden Mengen Ersatzluft muss an dazwischenliegenden Punkten der Oberfläche stattfinden. Da nun für einmalige Durchlüftung eines gewissen Bodenvolums die Bodenluft durch frische Luft einmal vollständig ersetzt werden soll, wird der (maximale) durchschnittliche Durchlüftungseffekt für ein den entsprechenden Verhältnissen ausgesetztes Bodenstück gegebener Bodenbeschaffenhet kleiner als ihn die Ziffern der Geschwindigkeit des Luftstromes angeben, und zwar wohl etwa die Hälfte davon.

Auf Grund unserer Schätzungen kann einerseits die Möglichkeit einer wesentlichen Mitwirkung der uns beschäftigenden Temperaturdifferenzen in krümeligem Ackerboden unter günstigen Verhältnissen nicht geleugnet werden, andererseits kann der Effekt in unseren natürlichen Waldböden nur verschwindend sein, z. B. für einen besonders günstigen Fall nicht 1/240, wahrscheinlich nicht einmal 1/480, von der Normaldurchlüftung übersteigen. Verschiedene Gründe machen die letzte Schlussfolgerung sicherer als die erste. Einmal haben wir ja unsere Formel so abgeleitet, dass wir Maximalwerte bekommen mussten. Andererseits muss man daran denken, dass die nackten Differenzwerte $t_B - t_L$ zum Teil missweisend sind. Die Differenzwerte, mit denen wir gerechnet haben, betreffen den Unterschied zwischen der Oberfläche selbst und der Luft. Eine entsprechende Durchlüftung ist daher zunächt nur in einer sehr dünnen Oberflächenschicht zu erwarten. Zum Vergleich sind in der Tabelle für die Eberswalder Stationen die Differenzen zwischen der Tiefe 15 cm und der Luft angegeben. Sie betragen die Hälfte der Differenzen Oberfläche—Luft. Ferner muss dieselbe gemessene Differenz zwischen dem Boden in z. B. 2 cm Tiefe und der Luft ganz anders wirken, je nachdem der Boden in z. B. 0—1 cm Tiefe stärker oder schwächer er-

wärmt ist als in 2 cm Tiefe. Im ersten Fall muss höchstwahrscheinlich eine Auslüftung infolge der genannten Temperaturdifferenz in der Tiefe 2 cm auf einem planen Boden ganz ausbleiben, im letzten Fall ist sie möglich. Bei einem Vergleich der Zeilen 1 mit 3 und 2 mit 4 in der Tabelle VI findet man, dass in den betreffenden Junitagen in Eberswalde das Niveau 15 cm tief auf dem Felde nur in einer kurzen Periode um 2 Uhr nachts wärmer gewesen ist als die Oberfläche, und im Walde überhaupt nie. Auf beiden Stationen war, wie die Zeilen 5 und 6 der Tabelle zeigen, die Tiefe 30 cm praktisch nie wärmer als die Tiefe 15 cm. Die Durchlüftung wird also einmal langsamer von statten gehen, als wir es berechnet haben, und dann auch öfters nur eine dünne Oberflächenschicht betreffen können. Ein Durchlüftungseffekt in Tiefen, die die allerobersten paar cm übersteigen, wird man kaum als nur unter ganz bestimmten Bedingungen erwarten können. Diese Bedingungen treffen ein: während der nächtlichen Abkühlung, vorzüglich im Herbst. Die Beobachtungen Homéns, die Mitte August in Finnland gemacht wurden, geben eine gute Vorstellung von den dann in den Böden unserer Breiten obwaltenden Verhältnissen. Aus den Geothermentafeln Homéns kann man sofort entnehmen, dass in den Stunden 7 Abends bis 6 Morgens die Temperaturverteilung für eine Durchlüftung durch stärkere Erwärmung des Bodens günstig gewesen ist, indem die Temperatur dann gegen die Tiefe bis zu einer gewissen Grenze immer steigt. Diese Grenze, und somit die grösste Tiefe, zu der wenigstens in einem planen Boden eine Durchlüftung wie die uns beschäftigende möglich ist, liegt zu verschiedenen Tagesstunden in verschiedenen Tiefen, bis zu etwa 30 cm tief in der Sandheide, bis zu etwa 10 cm in der Moorwiese. Die Zahlen in Klammern, Zeile 7 und 8 in der Tabelle VI, geben die positive effektive Durchschnittsdifferenz zwischen Boden 1 cm tief und der Luft nach Homéns Werten an, wenn man nur die günstigen Stunden mitrechnet. Der Maximalwert für den tagesdurchschnittlichen Durchlüftungseffekt der Bodenerwärmung in den obersten Schichten eines hochpermeablen Waldbodens unter den günstigsten Verhältnissen des Jahres in unseren Breiten muss also gegen die obige Berechnung noch reduziert werden und kann kaum über etwa 0,3 mm = 1/650 Normaldurchlüftung betragen.

Wollny hat auch lufttrockenen »Torf» auf seine Permeabilität untersucht; die geförderten Luftmengen pro Querschnitt Boden entsprechen ungefähr denjenigen für das Quarzsandsortiment IV. Über die Porosität findet sich keine Angabe, sie war wohl doch eher grösser als kleiner als die des genannten Sandsortiments (42,7 %), die Ziffer für die Geschwindigkeit des Luftstromes würde also eher kleiner als grösser ausfallen. Die Ziffer für den Sand IV liegt ganz nahe derjenigen für dune sand, mit der wir eben rechneten.

Zu der oben zugegebenen Möglichkeit einer beträchtlichen Durchlüftung krümeliger Ackererde durch Temperaturdifferenzen Boden—Luft kann bemerkt werden, dass Russell & Appleyard tatsächlich unter bestimmten Verhältnissen, nämlich »on a warm day preceded by a frosty night» in Ackerboden besonders kleine Werte der CO_2 und des O_2-Defizits gefunden haben, also wohl im Herbst nach besonders günstigen Nächten. Es ist wohl jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Nachtkälte auf die Aktivität im Boden mehr als auf den Gasaustausch einwirkte.

B. Luftdruck.

Die mittlere Jahresschwankung des Luftdrucks beträgt für unsere Breiten etwa 7—8 % des Normaldrucks (vgl. die Zifferbeispiele bei HANN 1915 p. 208). Die Tiefe, bis zu der die Luftdrucksschwankungen in einem homogen lufthaltigen Boden überhaupt eine Durchlüftung bewirken können, beträgt demnach etwa 7—8 % der lufterfüllten Schicht, d. h. der Tiefe bis zum Grundwasser oder festem Untergrund. Ebenso wird die Tiefe, bis zu der der Boden in der Zeiteinheit durch eine Barometervariation von gegebener Stärke durchlüftet wird, zu der Mächtigkeit der lufterfüllten Bodenschichten in einem gewissen Verhältnis stehen.

Periodische und unperiodische Schwankung. Die Barometerschwankungen haben in verschiedenen Breiten einen höchst verschiedenen Charakter. In den Tropen ist die Schwankung sehr regelmässig periodisch, eine halbtägige Periode mit 2—3 mm Amplitude zeigend. In unseren Breiten ist diese Periodizität so geschwächt, dass sie nicht mehr aus den Barographenkurven direkt herausgelesen werden kann, denn sie wird von Schwankungen von längerer Periode, meist von mehreren Tagen, und grösserer Amplitude ganz überdeckt. (HANN p. 203). Als Mass für die Ausgiebigkeit der letzten Schwankungen, die uns also vornehmlich interessieren, haben die Meteorologen die mittlere »unperiodische tägliche Barometerschwankung» berechnet, die wir direkt verwenden können, um den mittleren Ventilationseffekt der Luftdrucksschwankungen in unseren Breiten zu schätzen. Dieselbe ist grösser im Winter als im Sommer und beträgt für das Jahr in unseren Breiten etwa 4—5 mm (HANN p. 206). Das heisst, der Unterschied zwischen höchstem und niedrigstem Barometerstand in einem Tage beträgt im Mittel für das Jahr 4—5 mm. Eine Bodenluftsäule muss sich also unter dem Einfluss dieser Schwankungen im Mittel täglich um 0,5 bis 0,7 % ausdehnen oder verkürzen. Da, wie gesagt, die unperiodischen Luftdrucksschwankungen fast stets mehr als einen Tag umfassen, so dass die genannten Differenzen nur Bruchstücke der wahren Druckwellen sind (HANN p. 206—207), wird eine vollständige Durchlüftung bis zur entsprechenden Tiefe nicht in einem Tag vollbracht, sondern durch die Streckung der Bodenluftsäule an einem Tag und entsprechende Verkürzung an einem folgenden. Die mittlere Durchlüftung wird also 0,5—0,7 % in zwei Tagen, also 0,25—0,35 % der Tiefe pro Tag, das macht 0,01—0,015 % der Tiefe pro Stunde. In den Tropen dagegen wird man mit einer Durchlüftung zweimal täglich von 2/760 bis 3/760 = 0,3 bis 0,4 % der Tiefe rechnen können, d. h. bis zu 0,3—0,4 % der Tiefe wird der Boden im Durchschnitt zu 0,02—0,03 % der Tiefe pro Stunde durchlüftet.

Wenn wir anstatt der durchschnittlichen Verhältnisse die günstigeren Perioden betrachten wollen, können wir als Ausgangspunkt die normale Neigung der Barometerkurve während einer Sturmperiode nehmen. Dieselbe beträgt in Schweden nach freundlicher Angabe des Herrn Staatsmeteorologen T. BERGERON etwa 2—4 mm in 3 Stunden. Das absolute Maximum (1 bis 2 mal jährlich eintreffend) pflegt 3 mm pro Stunde zu sein. Auch während einer Sturmperiode schwankt aber der Luftdruck nicht fortwährend mit dieser Schnelligkeit. Im Gegenteil, während etwa 50 % der Zeit verläuft die Kurve gewöhnlich ziemlich horizontal. Nehmen wir an, dass das Barometer während

1/3 der Zeit fällt, während 1/3 still steht und im letzten Drittel zur normalen Höhe zurückkehrt. Wir erhalten dann als das Normale für eine Sturmperiode eine Durchlüftung von im Durchschnitt 0,03—0,06 % der Tiefe pro Stunde. Ein- bis zweimal im Jahr endlich würde man während einer kurzen Periode eine Durchlüftung von durchschnittlich 0,13 % der Tiefe pro Stunde zu erwarten haben. Alles das bedeutet, in cm pro Stunde:

	für eine 10 m mächtige luft-haltige Schicht	für eine 1 m mächtige luft-haltige Schicht
Durchschnittlich für unsere Breiten	0,1 bis 0,15	0,01 bis 0,015
In Sturmperioden normal für unsere Breiten...	0,3 » 0,6	0,03 » 0,06
Ein- bis zweimal im Jahr » » » ...	1,3	0,13
Durchschnittlich in der Tropen	0,2 bis 0,3	0,02 bis 0,08

Die Zahlen variieren also, wenn man mit einer 10 m Schicht rechnet, zwischen 1/200 und 1/15, und wenn die Schicht nur 1 m ist, zwischen 1/2000 und 1/150 Normaldurchlüftung; dabei sind auch die extrem günstigen Perioden mit berücksichtigt. Alle diese Zahlen sind aber Maximalzahlen, indem sie voraussetzen, dass die Druckunterschiede sich durch die ganze Bodenschicht hindurch ausgleichen, so dass die Ausdehnung und Kontraktion der Bodenluft immer genau den Barometerschwankungen folgen. In Wirklichkeit werden die Reibungswiderstände im Boden die Amplituden der Barometerwellen gegen die Tiefe zu dämpfen. Buckingham, der eine Berechnung über den Durchlüftungseffekt der Barometerschwankungen gemacht hat, hat sich die Mühe gegeben, auch diese Dämpfung zu berücksichtigen. Ich finde es unnütz hierauf einzugehen, da die Werte ohnehin so klein sind. Eine andere Sache verdient mehr Aufmerksamkeit. Die obigen Berechnungen wie diejenigen Buckinghams setzen nämlich homogen lufthaltigen Boden voraus. Wenn aber eine weniger poröse Schicht auf einer pröseren ruht, ist die Möglichkeit einer ausgiebigeren Ventilation der ersteren als nach unseren Berechnungen vorhanden. Wenn z. B. eine 1 m Schicht von 10 % Luftgehalt auf einer 50 % lufthaltigen Schicht von 10 m Mächtigkeit ruht, werden die zu erwartenden Ventilationsziffern rund die 5-fachen der obigen für eine 10 m Schicht berechneten, also z. B. im Durchschnitt 0,5—0,75 cm pro Stunde und ein- bis zweimal im Jahr 6,5 cm pro Stunde. Und wenn eine Schicht von undurchlässigem kompaktem Lehm auf einer mächtigen Geröllschicht lagert, so werden unter Umständen durch einzelne vorhandene Löcher in der ersteren recht ergiebige Strömungen entstehen können.

Es ist also unserem negativen Hauptresultat durchaus nicht widersprechend, dass man in der Tat eben unter Verhältnissen wie die soeben skizzierten ein deutliches Aus- bezw. Einströmen von Luft entsprechend den Barometervariationen hat beobachten können. Hierher gehören die Berichte über Erstickungsunfälle bei Brunnengraben etc. in derartigen Gebieten; solche kommen bei fallendem Barometer vor, während dieselben Brunnen sonst ungefährlich sind. Krogh (1903), der einen solchen Fall studiert hat, erzählt von einem Brunnen in derselben Gegend, der bis auf eine kleine Öffnung zugemauert war, und der als ein »sehr empfindliches Barometer» verwendet werden konnte, denn bei Luftdruckänderungen strömte fühlbar durch dieses Loch Luft aus oder ein. Der Bericht Kroghs hebt ausdrücklich die eigentüm-

lichen geologischen Verhältnisse der betreffenden Gegend hervor; sie stimmen mit den oben skizzierten überein[1].

Von derartigen seltenen Fällen abgesehen, wird man aber einen nennenswerten Einfluss der Barometerschwankungen auf die Bodendurchlüftung verneinen müssen. Was im besonderen die natürlichen Waldböden Schwedens betrifft, so ist zu bemerken, dass man ziemlich selten mit einer Mächtigkeit der lufthaltigen Schicht von 10 m rechnen darf. Für grosse Gebiete trifft 1 m Mächtigkeit eher als 10 m die Wirklichkeit.

Mehrere Forscher haben einen Zusammenhang zwischen Barometerschwankungen und dem Gehalt der Bodenluft an CO_2 oder O_2 gesucht. So Fodor (1875, 1881—1882), der einen solchen Zusammenhang wirklich zu finden glaubte, jedoch nicht von der Regelmässigkeit, die er erwartete, weiter Wolffhügel (1877), der keinen Zusammenhang mit den Barometerschwankungen an und für sich fand, wohl aber mit dem Wind, und Russell & Appleyard, die einmal während einer Periode mit schnell fallendem Barometer einen steigenden CO_2-Gehalt der Bodenluft konstatierten. »But when the whole of our CO_2-figures are plotted against barometric pressures or even against changes in barometric pressure, no consistent relationship can be observed» (1915, p. 34). Eine sehr merkwürdige Angabe stammt von Turpin (1920), der einen Zusammenhang findet zwischen dem Barometerstand und dem CO_2-Gehalt in der Bodenluft in freistehenden Kulturgefässen aus Blech. »High pressures produced low contents of carbon dioxide» (p. 337), »very low atmospheric pressures were usually accompanied by an increase in the content of carbon dioxide in the bare soil» (p. 348). Dabei ist zu bemerken, dass Turpin die Analysenproben vom Boden der Gefässe aus holte. Es ist also ausgeschlossen, dass die Erscheinung etwas mit einer Ventilation der Gefässe durch Barometervariationen zu tun hat. Falls etwas an der Sache ist, dürfte man die Erklärung vielmehr in einem Einfluss auf die CO_2-Produktion zu suchen haben und den Fall in Parallele setzen zu den Erfahrungen Henricis (1918) über abnorm (bis etwa 7 mal) gesteigerte Assimilationsintensität vor Gewittern. Der Zusammenhang nach Turpins Daten ist jedoch zahlenmässig jedenfalls sehr unsicher. Ich habe nach den Daten in seiner Figur 50 (p. 336) die Korrelation zwischen Barometerstand und CO_2-Gehalt berechnet und einen Korrelationskoefficienten von $-0{,}32 \pm 0{,}19$ gefunden.

Mikrobarische Variationen. Bei unseren obigen Überlegungen haben wir nicht die mikrobarischen Schwankungen erwähnt. Es werden bekanntlich kleine kurzdauernde Schwankungen von etwa 4—20 Minuten Dauer so genannt. Diese verlaufen zwar sehr schnell, sind aber von so geringer Amplitude — sie sind an einem gewöhnlichen Barometer nicht einmal bemerkbar —, dass sie gar nicht in Betracht kommen.

Lokale Differenzen. Ramann meint, dass auch räumliche Barometerdifferenzen in Betracht kämen, dass sie sogar von grösserem Einfluss sein könnten als die zeitlichen Variationen an einem Ort, die wir vorher behandelt haben. Er schreibt (1911, p. 386): »Die unmittelbare Änderung der Volumen der Bodenluft durch wechselnden Luftdruck ist gering; dagegen werden Unterschiede im Luftdruck in grösseren Gebieten zu einem wesentlichen

[1] Ich bin Herrn Prof. Krogh für gefälligen Hinweis auf diesen interessanten Bericht zu Dank verpflichtet. Er wäre mir sonst wegen der Publikationsstelle sicher entgangen.

Mittel des Gasaustausches in den tieferen Bodenschichten. Man hat schon frühzeitig an Berghängen Höhlen beobachtet, aus denen zeitweise kräftige Luftströme hervortreten; ferner ist das Atmen der Brunnen bekannt, deren Windkessel zeitweise Luft einsaugt oder abgibt. Es sind dies Bewegungen der Bodenluft, die auf Unterschiede in der Höhe des Luftdruckes zurückzuführen sind, und die ein Fliessen der Bodenluft von Gebieten hohen nach Gebieten niederen Luftdruckes herbeiführen.»

Was hier als Triebkraft in Frage kommt, ist der sogenannte Luftdrucksgradient oder Gradient schlechthin der Meteorologen. Einer der grössten mittleren Gradienten, die auf der Erdoberfläche vorkommen, ist nach HANN (1915, p. 429) der sich in Januar über England einstellende, 8,5 mm Hg auf 821 km, das macht 0,00014 mm Wasser pro m. Der resultierende Gasstrom hängt von der Permeabilität des Bodens ab, über die wir oben Tabelle VII Werte mitteilten. Nehmen wir z. B., um recht wohlwollend zu rechnen, an, dass die Böden von ganz England aus Lehmkrümeln von 0,5 bis 4 mm in lockerer Lagerung bestehen, so bekommt man einen Gasstrom von 0,2 cm pro Stunde, also doch nur 1/100 Normaldurchlüftung. Als einen ganz exzeptionellen Gradient nennt HANN 6,9 mm Hg auf 32,2 km, welcher Wert einmal während eines heftigen Orkans in England beobachtet wurde; das entspricht 0,003 mm Wasser pro m. Wieder unter der Annahme, dass der Boden aus lauter groben Lehmkrümeln in lockerer Lagerung besteht, kommt man damit zu einem Gasstrom von 4 cm pro Stunde. Für die oberen Schichten kann also kaum je die betreffende Durchlüftung von Bedeutung sein, da man auch mit den extremsten Gradientenwerten und unter Annahme einer Permeabilität von solcher Höhe, dass man auf grösseren Gebieten kaum je damit dürfte rechnen können, nur zu Bruchteilen der alltäglichen Normaldurchlüftung kommt. Es sollte aber die fragliche Durchlüftung nach RAMANN für die tieferen Bodenschichten von Bedeutung sein. Für die tieferen Erdschichten muss man aber mit Permeabilitätswerten für gepackten Boden rechnen und kommt so z. B. unter Annahme eines reinen trockenen Sandes mittlerer Korngrösse (Permeabilitätswert 15, entsprechend dem »Windsor sand», auch ungefähr dem »Sand IV» und »dune sand» in Tabelle VII) zu einem Luftstrom von 0,002 cm pro Stunde unter dem Einfluss des Januargefälles in England und von 0,045 cm pro Stunde bei dem obenangeführten extremen Gefälle; das macht bezw. 18 cm und 3,9 m pro Jahr. Die oben unter Annahme der hohen Permeabilität 1,400 des Lehmkrümelgemisches und des Januargefälles über England berechnete Geschwindigkeit entspricht 17 m pro Jahr. Nach diesen Zahlen scheint mir ein »Fliessen der Bodenluft von Gebieten hohen nach Gebieten niederen Luftdrucks» in nennenswertem Umfang sehr zweifelhaft. Angesichts der enormen Verschiedenheit der Permeabilität verschieden grobkörniger Materialien scheint freilich die Möglichkeit trotzdem nicht ganz ausgeschlossen, dass z. B. einem Äszug von grobem Geröll entlang unter dem Einfluss eines extremen Gradienten ein merklicher Gasstrom zu Zeiten entstehen kann.

Eine Berechnung über den Durchlüftungseffekt der Barometerschwankungen ist, wie schon erwähnt, früher von BUCKINGHAM gemacht worden. Die gefundenen Ziffern vergleicht er mit denjenigen für die Diffusion und findet, dass die Rolle der Barometerschwankungen im Vergleich zu der der Diffusion verschwindend sein muss.

C. Wasser.

Das Wasser im Boden kommt als die Durchlüftung bestimmender Faktor in zweierlei Weise in Betracht, einmal als hemmender, dann aber als Durchlüftung bewirkender Faktor. Von der hemmender Rolle des Wassers wird weiter unten die Rede sein. Hier wollen wir nur die positive Einwirkung betrachten.

Dabei ist teils an Grundwasserbewegungen, teils an den Einfluss eindringenden Regenwassers zu denken.

Grundwasser. Die Grundwasserbewegungen können bei uns im Frühling bei der Schneeschmelze ziemlich rasch und bedeutend sein, verlaufen aber sonst gewöhnlich sehr langsam. Die forstliche Versuchsanstalt Schwedens macht seit Jahren fortlaufend wöchentliche Beobachtungen des Grundwasserstandes in drei Versuchsfeldern, Rokliden (Norrbotten), Kulbäcksliden (Västerbotten) und Lesjöfors (Värmland). Über diese Untersuchungen ist bisher nur wenig publiziert (vgl. HESSELMAN 1909 und 1917 d), Herr Prof. HESSELMAN hat mir aber freundlichst mitgeteilt, dass während der Schneeschmelze die Änderungen bis zu etwa $1^1/_2$ m pro Woche betragen können, sonst aber das ganze Jahr hindurch viel weniger, maximal einige cm pro Tag (z. B. nach einem starken Gewitterregen in einem Brunnen des Versuchsfeldes Rokliden 8 cm von einem Tag zum anderen, HESSELMAN 1909, p. 36—37).

Nehmen wir an, dass das Fallen des Grundwassers nach der Schneeschmelze ebenso schnell verläuft wie das schnelle Steigen während der Schmelze — in Wirklichkeit verläuft es langsamer — so würde während dieser Periode frische Luft mit einer Schnelligkeit von bis zu 0,9 cm. pro Stunde eingezogen werden, entsprechend 1/20 Normaldurchlüftung. Während der übrigen Jahreszeiten würde hin und wieder eine Durchlüftung von maximal etwa 1/50 Normaldurchlüftung vorkommen können. Der Durchschnitt fürs Jahr oder für die Vegetationsperiode würde verschwindend klein werden.

Regen. Um für Schweden einen Maximalwert des Ventilationseffekts eindringenden Regens zu finden, habe ich die Ziffern HAMBERGS (1911) über mittlere grösste Regenmengen in einem Tag während eines Jahres genommen. Die Zahlen liegen für den grössten Teil Schwedens zwischen 30 und 40 mm. Wenn diese Regenmenge an einem Tag auf einer flachen Boden fällt und noch während desselben Tages vollkommen in den Boden eindringt und auf die Tiefe sickert, würde dies möglicherweise (d. h. falls das Grundwasser nicht entsprechend steigt,) eine Erneuerung der Bodenluft in einem Boden mit 10 % Luftgehalt bis zu 30—40 cm binnen 24 Stunden bedeuten, also durchschnittlich für diesen Tag 1,3 bis 1,7 cm pro Stunde. Das ist 1/16 bis 1/12 Normaldurchlüftung. Es ist dies in jeder Hinsicht ein Maximalwert.

Gesamtwirkung des Niederschlags. Eine gewisse Vorstellung von dem möglichen durchschnittlichen Ventilationseffekt des gesamten Niederschlages kann man unter der Voraussetzung, dass alles Wasser in den Boden eindringt, einfach an Hand der Jahressummen des Niederschlages gewinnen. Der Boden werde als homogen lufthaltig angesehen, mit einem Luftgehalt L (in Bruchteilen nach Volum). Durch die Gesamtmenge N des Niederschlags wird offenbar pro Jahr eine Bodenluftmenge aus dem Boden ausgetrieben, und in dem Masse als sich das alte normale Grundwasserniveau wiederherstellt, durch atmosphärische Luft ersetzt, die dem gesamten Luftgehalt im Boden bis zur

Tiefe $N : L$ mm entspricht. Gesetzt, der gesamte Jahresniederschlag falle in einer Anzahl n gleichstarken Schauern, die durch trockene Perioden getrennt sind, in denen das normale Grundwasserniveau sich wiederherstellt. Der Boden würde dann dadurch n Male im Jahr bis zur Tiefe $N : Ln$ mm durchlüftet werden.

Der jährliche Niederschlag ist im Durchschnitt für Schweden rund 500 mm. Dieser Niederschlag fällt grösstenteils während Regenperioden von im Durchschnitt 1 Woche Länge, die durch entsprechende Trockenperioden getrennt sind. Die Anzahl Tage, die Regenperioden angehören, ist rund 120, die Gesamtzahl Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag im Mittel 104, die Gesamtzahl Tage mit Niederschlag ($> 0{,}1$ mm) im Mittel 150. (Die Ziffern zitiert nach HAMBERG 1911). Nehmen wir auf Grund dieser Ziffern an, dass der jährliche Niederschlag in 16 gleichstarken Schauern fällt (es wird also angenommen, dass sich der Regen der einzelnen Tage einer Regenwoche zu einem einheitlichen Effekt zusammenaddiert), so würde man 16 Male im Jahr eine Durchlüftung des Bodens bis zur Tiefe $50 : 16L$ cm bekommen, also z. B. bei einem normalen Luftgehalt von 10 % zu etwa 30 cm, für porösere Böden entsprechend weniger. Bei einem Luftgehalt von rund 16 % würde man eine Durchlüftung 16 Male im Jahr bis zur Tiefe 20 cm zu erwarten haben. Also für die obersten 20 cm etwa jede dritte Woche eine einmalige Durchlüftung, während wir oben als Normaldurchlüftung eine bis zur Tiefe 20 cm in einer Stunde gefordert haben.

Endlich könnte der Regen eine vermehrte Sauerstoffzufuhr im Boden herbeiführen dadurch, dass er Sauerstoff in gelöster Form mit in die Erde bringt. Die Diskussion dieses Effektes werden wir unten in einem anderen Zusammenhang aufnehmen (Kap. 8).

Einen wesentlichen positiven Einfluss von Wasser im Boden auf dessen Durchlüftung haben mehrere Autoren vermutet. So sagt z. B. RAMANN (1911, p. 287): »Kräftige Einwirkungen übt endlich in den Boden eindringendes Wasser. Aus den Räumen, die sich mit Wasser füllen, entweicht die Luft, und beim Absickern des Wassers wird wieder Luft nachgesaugt. Giesst man auf trockenen Boden Wasser, so sieht man reichlich Gasblasen entweichen». HOWARD & HOWARD (1915 b, p. 6) sehen das Sinken des Grundwasserstandes nach der Monsunzeit in Indien, in den Monaten Oktober bis März oder April, als einen wesentlichen Ventilationsfaktor an. Sie geben nicht an, wie viel oder wie schnell das Wasser in den betreffenden Böden sinkt. Wenn das Grundwasser etwa 10 cm pro Stunde, d. h. 2,4 m pro Tag oder 17 m pro Woche sinkt, kann natürlich etwas Richtiges an dieser Annahme sein.

FLECK (1873) nimmt an, dass die Grundwasserströme im Boden eine Aspirationswirkung auf die Bodenluft ausüben, etwa wie das Wasser in einer Wasserluftpumpe. Falls dies wirklich der Fall ist, dürfte der Effekt jedenfalls verschwindend sein. Der Versuch, den FLECK anstellt, um die Existenz einer solchen Aspiration zu beweisen, besagt nichts.

D. Wind.

Auf jede gegen die Windrichtung geneigte Bodenfläche übt ein darüber hinstreichender Wind Druck- oder Aspirationswirkungen aus. Mit derartigen Druckwirkungen beschäftigt sich die Hydro- oder Aërodynamik, ein Fach, in

dem neuerdings seit dem Aufkommen der Flugtechnik viel gearbeitet worden ist. Es hat sich gezeigt, dass die alte NEWTON-sche Widerstandsformel

$$K = \tfrac{1}{2} \cdot \gamma \cdot V^2 \cdot F \cdot \sin^2 \alpha$$

(K Widerstand, γ Dichte, V Geschwindigkeit, F Fläche, α Neigungswinkel) nicht mit der Erfahrung übereinstimmt; der Widerstand ist eher einfach proportional dem Neigungswinkel als dem Quadrat desselben. Proportionalität des Widerstandes mit dem Quadrat der Geschwindigkeit besteht dagegen annähernd für gewöhnliche Windgeschwindigkeiten. Weiter hat es sich aber gezeigt, dass ein grosser Teil des Luftwiderstandes eine Kantenwirkung ist. Verschiedene Körper von gleichem Querschnitt machen einen verschiedenen Widerstand je nach ihrer Form. So zeigt von scheibenförmigen Körpern gleicher Dicke und Fläche die kreisrunde Scheibe den kleinsten Widerstand, rechteckige Scheiben gleicher Fläche haben einen je grösseren Widerstand, je länger und schmäler sie sind, u. s. w. Eine dünnere Scheibe macht einen grösseren Widerstand als eine dickere, sonst gleiche. Durch zweckentsprechende Formgebung kann man den Widerstand eines Körpers von gegebenem grössten Querschnitt (senkrecht zum Winde) bis zu einem Dreissigstel desjenigen einer dünnen Scheibe von demselben Querschnitt herabdrücken (vgl. GRAMMEL p. 112). Es hängt dies mit Wirbelbildungen hinter den Kanten zusammen. Die nach der Theorie ausgerechneten Widerstandswerte nähern sich der Beobachtung in dem Masse, als man die auftretenden Strömungserscheinungen mathematisch zu fassen imstande ist. Die moderne Theorie laboriert lieber nicht direkt mit dem Druck, sondern mit den Stromgeschwindigkeiten und Stromrichtungen in der Umgebung des Körpers. Es gilt, eine mathematische Beschreibung des »Strombildes» zu geben. Daraus ist dann unter gewissen Voraussetzungen der resultierende Widerstand zu berechnen. Alles dies ist aber noch nicht einmal für die am besten studierten und in der Technik wichtigsten Körperformen, z. B. für die Flügelformen der Flugzeuge, restlos geglückt (vgl. GRAMMEL 1917 p. 112—113).

Es dürfte nach obigem klar sein, dass auch nur eine rohe Schätzung des vom Winde verursachten Durchlüftungseffektes im Boden ausserordentliche Schwierigkeiten bietet. Trotzdem will ich, unter allem Vorbehalt, eine solche Schätzung versuchen.

Ich gehe davon aus, dass die vom Wind getroffenen Terrainformen von allen experimentell auf ihren Luftwiderstand hin untersuchten Körpern am meisten den Rotationskörpern ähneln. Die Resultate der Messungen an solchen Körpern werden gewöhlich mittels des Koeffizienten k in folgender Formel ausgedrückt:

$$K = k \cdot F \cdot V^2,$$

wo K den Widerstand, F den grössten Querschnitt senkrecht zum Winde, V die Windgeschwindigkeit bedeutet. Die Werte von k sind nun für eine Reihe von Rotationskörpern recht verschiedener Gestalt von auffallend gleicher Grössenordung. Man hat gefunden (EIFFEL; MARTIENSSEN 1913 p. 90—91): für einen Zilinder (Achse senkrecht gegen den Wind): $k = 0{,}04$, für eine Kugel (25 cm Diam.) $k = 0{,}011$ und für einen Kegel mit 20° Spitzwinkel und Basis in Kugelform abgerundet $k = 0{,}01$ oder $0{,}006$, je nachdem die Spitze oder das Kugelende gegen den Wind gerichtet war. Hierbei sind als Einheiten

gewählt: K Kilogramm, F Quadratmeter, V Meter pro Sekunde. Die Werte variieren mit verschiedenem Durchmesser der Körper:

Für	Zilinder	15	cm	Diam.	$k = 0{,}04$	(EIFFEL,	nach	MARTIENSSEN)
»	»	3	»	»	$k = 0{,}06$	(»	»	»)
»	»	1	»	»	$k = 0{,}061$	(FÖPPL,	»	»)
»	»	1	mm	»	$k = 0{,}065$	(»	»	»)
»	»	0,2	»	»	$k = 0{,}08$	(»	»	»)
»	»	0,05	»	»	$k = 0{,}11$	(»	»	»)

Nach dem Gang der Ziffern kann man erwarten, dass k bei grösseren Dimensionen wenigstens nicht grösser wird. Auch wird k für sanftere Konturen (in der Windrichtung langgestreckte) innerhalb gewisser Grenzen kleiner. Dies macht, dass man kaum riskiert, zu niedrig zu rechnen, wenn man die Erhebungen der Bodenoberfläche sämtlich als liegende Halbzilinder bis Halbkugeln auffasst und so die oben zitierten Zahlen $k = 0{,}04$ bis $0{,}01$ verwendet.

Die Formel oben stellen wir für unsere Zwecke so um:

$$K/F = k \cdot V^2;$$

Der Quotient K/F, der Widerstand in Kilogrammen dividiert durch die Fläche in m² des grössten Querschnittes senkrecht zum Winde, gibt offenbar den mittleren Druckunterschied in Kilogrammen pro Quadratmeter, d. h. in mm Wasser, zwischen Vorder- und Rückseite an. Dieser Druckunterschied möge P heissen, so dass wir endlich schreiben:

$$P = k \cdot V^2 \quad (P \text{ mm Wasser}; \ V \text{ m/sek}; \ k = 0{,}01 \text{ bis } 0{,}04)$$

Jetzt ergibt sich die Frage: mit welchem V soll man rechnen? Der Winddruck ist ja V^2, nicht V, proportional, man kann also nicht z. B. die mittlere Windgeschwindigkeit des Jahres verwenden. Wenn aber die Stundensummen der einzelnen Windstärken bekannt sind, kann man daraus einen effektiven mittleren Winddruck des Jahres berechnen. Windfrequenzen sind leider für keine schwedische Station berechnet (nur sind, nach gefälliger Mitteilung des Herrn Staatsmeteorologen C. J. ÖSTMAN, Berechnungen im Gang für einige schwedische Küstenstationen, die Stundensummen der Winde über 12 m und derjenigen über 24 m betreffend). Es findet sich aber eine detailliertere Berechnung für Keitum auf der Insel Sylt (H. MEYER 1890), die wir verwenden können. MEYER hat für 5 Jahre die anemometrischen Bestimmungen für drei Stunden täglich (die den Beobachtungsterminen 8 a., 2 p., 8 p. unmittelbar voraufgehenden Stunden) herausgenommen und in Frequenzklassen von 1 m/sek Spielraum geordnet, so dass man aus seiner Zusammenstellung annähernd die relative Frequenz und somit auch annähernd die Stundensummen pro Jahr einer gegebenen Windstärke berechnen kann. Nennen wir die Klassenwerte v (es sind bezw. $v_1, v_2, \ldots\ldots v_{21} = 0{,}495, 1{,}495, \ldots\ldots 20{,}495$ m/sek, vgl. MEYER l. c.), die Zahl der Varianten in den betreffenden Klassen $n_1, n_2, \ldots\ldots, n_{21}$. Wir bilden zunächst $\frac{n_1}{\Sigma n}, \frac{n_2}{\Sigma n}, \ldots\ldots\ldots, \frac{n_{21}}{\Sigma n}$, die relativen Frequenzen der 21 unterschiedenen Windstärken. Diese Grössen mögen $F_1, F_2, \ldots\ldots, F_{21}$ heissen. Dann gibt offenbar die Pro-

duktensumme $F_1 \cdot v_1^2 + F_2 \cdot v_2^2 + \cdots + F_{21} \cdot v_{21}^2 = \Sigma (F \cdot v^2)$ das mittlere Quadrat der Windstärke. Dieser Wert, für v^2 in die obige Formel eingesetzt, lässt uns einen mittleren Winddruck für die Windverhältnisse zu Keitum berechnen. $\Sigma (F \cdot v^2)$ aus MEYERS Material wird 41,57. Der Wert weicht sogar ziemlich viel von dem des Quadrates der mittleren Windstärke, $\left[\frac{\Sigma (n \cdot v)}{\Sigma n}\right]^2 = 31{,}4$, ab, was damit zusammenhängt, dass die Frequenzkurve ausgesprochen schief ist, die Varianten an das o-Ende gedrängt.

Keitum ist eine Küstenstation mit starken Winden. Um die Bedeutung des Windes als Durchlüftungsfaktor für den überwiegend grossen Teil des Wald- und Ackerlandes Schwedens zu beurteilen, wäre es zweckmässiger, Zahlen für eine Binnenlandstation zu benutzen, z. B, für die mit einem Robinsons Anemometer ausgestattete Station Upsala. Nun fehlen, wie gesagt, Windfrequenzberechnungen für einschlägige Stationen. Wenn aber die Kurve der Windstärkefrequenzen in Keitum und Upsala denselben Gang hätte, also nur alle Klassengrenzen in derselben Proportion geänderte Werte hätten, könnte man an Hand der Werte der mittleren Windstärke die für Keitum gefundene Zahl $\Sigma (F \cdot v^2)$ für Upsala reduzieren. Die mittlere Windstärke in Upsala für 15 Jahre 1906—1920 ist 3,36 m/sek (Mittel aus den in Bull. mensuel mitgeteilten Jahresmitteln). Für Keitum hatten wir 5,60 gefunden. Die Relation ist 0,6. Falls die Frequenzkurve in beiden Fällen denselben Gang hätte, müsste dann dieselbe relative Anzahl Beobachtungen in Keitum oberhalb einer gewissen Windstärke liegen wie in Upsala oberhalb einer 0,6 mal so grossen.

Ein Vergleich kann auf dieser Basis für die höheren, selteneren Windstärken mit wenig Mühe gemacht werden. Ich habe die Grenzen 15 und 20 m/sek für Keitum und die entsprechenden 9 und 12 m/sek für Upsala gewählt. Wenn ich dann entsprechend der Vorgangsweise MEYERS aus dem Upsalaer Bull. mensuel diejenigen Stundenwerte 8a, 2p und 8p aufsuche, die die betreffenden Grenzen erreicht oder überschritten haben, und die Ziffern denjenigen MEYERS für die entsprechend höheren Grenzen gegenüberstelle, so erhalte ich das folgende Ergebnis:

	$\geqq 9$ m/sek	$\geqq 12$ m/sek
Stundenwerte 8a, 2p, 8p 1906—1910 (5 Jahre), Upsala	36	2
» 8a, 2p, 8p 1911—1915 (5 »), »	38	2
» 8a, 2p, 8p 1919—1920 (5 »), »	18	3
	$\geqq 15$ m/sek	$\geqq 20$ m/sek
Stundenwerte 8a, 2p, 8p 1879—80, 1882—85 (5 Jahre), Keitum	42	2

Der Vergleich scheint mir befriedigend. Wenigstens deutet nichts darauf hin, dass die stärkeren Winde in Upsala eine relativ grössere Rolle spielen wie zu Keitum. Unter der Annahme, dass die Frequenzkurven an beiden Orten gleichen Verlauf haben, würde sich dann für das mittlere Quadrat der Windstärke in Upsala $F_1 \cdot (v_1 \cdot 0{,}6)^2 + F_2 \cdot (v_2 \cdot 0{,}6)^2 + \cdots + F_{21} \cdot (v_{21} \cdot 0{,}6)^2 = 0{,}36 \cdot \Sigma (F \cdot v^2)$ ergeben, also 0,36 mal der Wert für Keitum, d. h. rund 15.

Wenn die gefundenen Werte für Keitum bezw. Upsala in unsere obige Formel eingesetzt werden, so ergibt sich ein mittlerer Winddruck P gegen die Erhebungen der Bodenoberfläche von der Grösse:

Für Keitum (Küstenstation)..... $P = 0{,}4$ bis 1,7 mm Wasser
» Upsala (Binnenlandstation)..... $P = 0{,}15$ » 0,6 » »

Es würde dies, wie wir uns erinnern, zunächst unter der Annahme gelten, dass die vom Wind getroffenen Erhebungen liegende Halbzilinder bis Halbkugeln darstellen, und unter »Winddruck» P ist der mittlere Druckunterschied zwischen Luv- und Leeseite zu verstehen, also Luvdruck plus Leesaugung. Bei der Beurteilung dieser Werte ist aber noch zu bemerken, dass die Windstärken, mit denen wir gerechnet haben, nicht diejenigen unmittelbar an der Bodenoberfläche darstellen. Die Zahlen aus Upsala z. B. gelten für 25 m Höhe. Eine Reduktion auf vernünftigere Werte ist erwünscht, jedoch vielleicht noch unsicherer als die Reduktion der Keitumwerte auf die Windverhältnisse in Upsala. Nach HELLMAN (HANN 1915 p. 830) verhält sich die Windstärke an der Bodenoberfläche zu der in 25 m Höhe wie 1 : 3,94. Unter der — unsicheren — Annahme, dass diese Relation für alle Windstärken gilt, würde unser P für eine kleine Erhebung der Upsala Ebene $1 : (3{,}94)^2$ der obigen Ziffern betragen, also 0,01 bis 0,04 mm Wasser.

Ist unsere Berechnung bisher approximativ genug gewesen, so wird es aber noch schlimmer werden. Denn jetzt kommen wir zu der Frage: Auf welche Länge sind diese Drucke im Boden verteilt zu denken? Ohne Zweifel in verschiedenen Fällen auf sehr verschiedene. In einem Kartoffelfeld vielleicht auf die Breite des Raines zwischen zwei Furchen, also etwa 30 cm, in einem Weideboden auf einem sanften Hügel vielleicht auf 100 m. Und dann endlich hat man die resultierenden Werte des mittleren Druckgefälles auf die, wie wir schon oben gesehen haben, innerhalb weitester Grenzen schwankenden Permeabilitätswerte des Bodens zu verwenden. Eine generelle Überlegung hilft uns also nicht weiter; wir wollen statt dessen ein paar Beispiele ausrechnen.

Nehmen wir zunächst ein Ackerland mit Furchen und Rainen auf der Upsala Ebene. Wir hätten mit einem P von 0,01—0,04 zu rechnen, und lassen diesen Druck sich auf 1/3 m verteilen. Dies macht ein Druckgefälle von 0,03 bis 0,12 mm Wasser pro m. Gesetzt, das Ackerland ist gut gearbeitet, der Boden krümelig in lockrer Lagerung. Es ist dann billig, mit dem hohen Permeabilitätswert von 1 400 cm/Stunde für 1 mm Wasser/m (vgl. Tabelle VII) zu rechnen, und wir finden einen Luftstrom mit der Geschwindigkeit 0,4 bis 1,7 m pro Stunde. Es sind dies Werte, die die oben geforderte »Normaldurchlüftung» weit übertreffen und, wohl zu merken, das wäre der mittlere Effekt des ganzen Jahres, zwar immerhin ein Maximalwert davon, denn es bläst ja nicht immer senkrecht zu den Furchen. Die Möglichkeit einer Durchlüftung von ziemlich normaler Grösse wäre noch bei einem Permeabilitätswert wie für BUCKINGHAMS »Cecil clay» nicht zu bestreiten (man findet mit dem Permeabilitätswert 125 bis zu 15 cm pro Stunde), bei feinkörnigeren und festgelagerten Böden werden jedoch die Werte schnell unbedeutend.

Betrachten wir jetzt einen demnächst günstigen Fall, eine nackte Sanddüne am Meer, wo der Wind nach den Keitum-Angaben blasen soll: $P = 0{,}4$ bis 1,7 mm Wasser. Der Druck wird angemessen auf etwa 10 m verteilt gedacht, das macht ein Druckgefälle von 0,04 bis 0,17 mm Wasser/m. Der Permeabilitätswert BUCKINGHAMS für »dune sand», locker, ist 66. Das macht $0{,}04 \cdot 66 = 2{,}6$ bis $0{,}17 \cdot 66 = 11$ cm pro Stunde. Der letzte Wert ist noch sehr beträchtlich, auch wenn man ihn mit 2 dividiert, was bei 10 m Mächtigkeit

der Düne und der immerhin relativ geringen Geschwindigkeit billig wäre, falls Aktivität im Boden besteht, denn die frische Luft wird ja jedesmal nur der einen Seite der Düne zugeführt.

Wenden wir uns dann Waldböden zu, und wählen als Beispiel einen kleinen Åszug aus Sand mit sehr schütterem Kiefernwald, dessen herabsetzende Wirkung auf die Windgeschwindigkeit ganz versäumt wird. Ich rechne $P = 0{,}01$ bis $0{,}04$ (die Werte für die Bodenoberfläche auf der Upsala Ebene), lasse diesen Druck sich auf 10 m verteilen, und rechne mit dem Permeabilitätswert Buckinghams für festgelagerten »dune sand», 12. Das macht $0{,}001 \cdot 12 = 0{,}012$ bis $0{,}004 \cdot 12 = 0{,}048$ cm pro Stunde. In Anbetracht des niedrigen Wertes, bei zu passierender 10 m Bodenschicht, dividiere ich noch durch 2 und bekomme endlich $0{,}006$ bis $0{,}024$ cm pro Sunde. Das ist etwa 1/3000 bis 1/1000 »Normaldurchlüftung».

Noch fraglicher wird natürlich die Möglichkeit einer einigermassen bedeutenden Durchlüftung durch Wind in unseren festgelagerten Moränenböden, im besonderen natürlich auf flachem Boden und in geschlossenen Beständen. Im dichten Wald weht überhaupt, wie jedermann weiss, nie ein Wind nennenswerter Stärke. Als ziffermässiges Beispiel nenne ich einige Beobachtungen Hesselmans (1904, p. 361) in den Laubwiesen (einer im allgemeinen sehr lichten Laubholzformation) der Insel Skabbholmen in den Stockholmer Schären:

Offener Platz (Vergleichsstation)	8	4	8	10	7	7
Offenes Feld in der Laubwiese	2	still	1	3	1	1
Zwischen Haselsträuchern (Licht im Bestande 1/27 bis 1/60)	1	still	fast still	fast still	1	still
Zwischen Wacholdern (Licht 1/5 bis 1/7)	fast still	still	still	still	still	still
In sehr schütterem Erlenwald (Licht fast 1)	fast still	still	still	1	fast still	1
im Eschenhain (Licht 1/10)	still	still	still	still	still	still

Die Lichtwerte habe ich zitiert, um eine Vorstellung von der Geschlossenheit der Bestände zu geben. Die Ziffern der Tabelle bedeuten Windstärken in m/sek.

Zusammenfassend möchte ich über die Rolle des Windes als Durchlüftungsfaktor sagen, dass der Wind auf offenem Land mit hügeligem oder im kleinen bewegtem Terrain unter Voraussetzung grobkörnigen Bodens vielleicht eine beträchtliche Durchlüftung des Bodens zu bewirken imstande ist, dass aber für Waldböden wohl ohne Ausnahme dieser Effekt ein ganz verschwindend kleiner sein muss. Für normale geschlossene Waldbestände wenigstens dürfte man behaupten können, dass der Wind für die Bodenventilation ganz ohne Belang ist.

Mehrere Forscher haben einen Zusammenhang zwischen Wind und den täglichen Schwankungen in der Zusammensetzung der Bodenluft angegeben. So Wolffhügel (1877), Fodor (1882). Fodor findet bei Zusammenstellung von 111 am Eintrittstage starker Winde angestellten CO_2-Analysen, dass die CO_2 in 44 Fällen eine Zunahme, in 67 Fällen eine Abnahme gegen den vorigen Wert zeigte. Der Zusammenhang ist zahlenmässig fraglich, denn die aus den Ziffern ausgerechnete Wahrscheinlichkeit einer Abnahme der CO_2 beim Einsetzen von starkem Wind ist $0{,}60 \pm 0{,}046$, die Differenz zwischen

diesem Wert und der Wahrscheinlichkeit 0,50, die zu erwarten wäre, falls kein Zusammenhang bestände, also 0,10 ± 0,046. (Mittlerer Fehler berechnet nach der Formel bei FISHER p. 108; für freundlichen Hinweis auf diese Art, den Grad der Sicherheit zu prüfen, bin ich förste aktuarie J. ÖSTLIND Dank schuldig). Die Differenz 0,10 ist nicht sicher, da der mittlere Fehler 0,046 beträgt. Zu dieser Betrachtung ist immerhin zu bemerken, dass, falls der CO_2-Gehalt von vielen unabhängig variablen Faktoren abhängt, der Zusammenhang mit einem dieser Faktoren bei grosser Variation aller notwendig klein ausfallen muss. RUSSELL & APPLEYARD (1915) haben keinen deutlichen Zusammenhang zwischen den Schwankungen in der Zusammensetzung der Bodenluft und dem Wind finden können: »there was nothing at all to indicate that the composition of the air had been affected by the wind . . . . A current of air . . . . might have been expected to draw out the soil air, but apparently it does not» (p. 34).

FLECK und WOLFFHÜGEL haben die Druckänderungen im Boden durch Wind mittels feiner Manometer zu messen versucht, jedoch »führten ihre Bestimmungen zu keinem Resultate» (FODOR 1882 p. 139). WOLFFHÜGEL (1877) »konnte nur selten einen Ausschlag sehen», wenngleich das Manometer 0,01 mm Wassersäule abzulesen gestattet haben soll; FLECK (1873 p. 39) dagegen hat grosse Ausschläge ablesen können (bis zu dem enormen Wert 6 mm Wasser in 2 m Tiefe!) die aber in keinem sichtlichen Zusammenhang mit dem Wind stehen und ganz unbegreiflich erscheinen.

E. Diffusion.

In Gegensatz zu den bisher behandelten Faktoren, die alle mehr oder weniger zufällig, intermittent oder lokal einwirken, ist die Diffusion ein Faktor, der immer und überall wirksam ist, so oft Unterschiede in der Zusammensetzung der Bodenluft und der Atmosphäre vorhanden sind. Dieser Faktor beansprucht daher ganz besonders unser Interesse, weil wir ja oben die Forderung an den oder die hauptsächlich wirksamen Faktoren stellten, im grossen ganzen stetig mit wenig abgeänderter Intensität wirksam zu sein. Andererseits ist aber die Diffusion meistens wegen der Langsamkeit, mit der die Diffusionsprozesse verlaufen, als ein kaum in Betracht kommender angesehen worden (vgl. z. B. RAMANN 1911 p. 386).

Die durch Diffusion in einem Gasgemisch durch die Einheit des Querschnittes in der Zeiteinheit geförderten Massen eines Gases sind, gleiche Temperatur und gleicher Gesamtdruck vorausgesetzt, einfach proportional dem Konzentrationsgefälle, d. h. der Änderung (Abnahme) der Konzentration des betreffenden Gases in der Richtung des Diffusionsstromes. Der Proportionalitätsfaktor, der Diffusionskoeffizient genannt wird, ist eine bei gegebener Temperatur und gegebenem Gesamtdruck für jedes Paar von ineinander diffundierenden Gasen charakteristische Grösse. Sein Wert variiert umgekehrt proportional dem Gesamtdruck und annähernd proportional dem Quadrat der absoluten Temperatur. Nach der kinetischen Gastheorie sollte der Diffusionskoeffizient auch bei gegebener Temperatur, Druck und Gasarten nicht konstant sein, sondern für verschiedene Mischungsverhältnisse der Gase verschiedene Werte annehmen. Diese Veränderlichkeit des Diffusionskoeffizienten ist jedoch »wohl nur gering», da »seine Berechnung, unter der Voraussetzung,

er sei konstant, nicht allzu weit von der Beobachtung abliegende Werte ergibt» (WINKELMANNS Handbuch I, 2, p. 1429). Es scheint überhaupt noch nicht ausgemacht zu sein, ob die Veränderlichkeit des Diffusionskoeffizienten mit dem Mischungsverhältnis tatsächlich besteht oder nicht: »Experimentell ist diese Frage noch eine offene. Doch scheint eine so starke Veränderlichkeit des Diffusionskoefficienten, wie sie obige» (aus kinetischen Erwägungen abgeleitete) »Formel gibt, ausgeschlossen». (BOLTZMANN I p. 97—98). Wir werden im folgenden den Diffusionskoeffizient bei gegebenem Gesamtdruck und Temperatur als absolute Konstante ansehen, was für unseren Zweck jedenfalls durchaus statthaft ist. Wir werden auch vorläufig die Variation des Diffusionskoeffizienten mit Temperatur und Druck versäumen, diesen Punkt aber später diskutieren.

Die generelle Behandlung der Diffusion bereitet grosse mathematische Schwierigkeiten. Bequem sind nur Fälle zu behandeln, die Dauerzustände darstellen. Ein solcher Fall ist z. B. realisiert, wenn zwei Gasbehälter, deren Inhalt stets irgendwie homogen gemischt bleibt, durch eine Röhre verbunden sind, vorausgesetzt, dass die Gasbehälter so gross sind, dass die Zusammensetzung der Gasmassen in ihnen die ganze Versuchszeit als konstant angesehen werden kann. Die Diffusion in der Röhre verläuft alsdann mit konstanter Geschwindigkeit. Das Gefälle ist zeitlich konstant, und durch jeden Querschnitt der Röhre gehen in der Zeiteinheit die gleichen Mengen. Ist die Röhre zilindrisch, so dass ihr Querschnitt überall der gleiche ist, so ist das Gefälle innerhalb der ganzen Röhre linear und also stets und überall innerhalb der Röhre einfach gleich der Differenz der Konzentrationen (Partialdrucke, oder welche Einheiten man gebrauchen will) an den beiden Enden, dividiert durch die Länge der Röhre.

Bei dem Gasaustausch Boden-Luft durch Diffusion muss sich auch nach Verlauf einiger Zeit ein Dauerzustand einstellen, sofern die Aktivität (die CO_2-Produktion bezw. der O_2-Verbrauch) im Boden, die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft an der Oberfläche und endlich Temperatur und Luftdruck konstant bleiben. Alles dies ist freilich stets höchstens nur annähernd der Fall; die Temperatur z. B. schwankt ja auch im Boden fortwährend, wenn auch schon in geringer Tiefe nur innerhalb bedeutend engeren Grenzen als in der Luft, und damit parallel wird in der Regel die Aktivität schwanken. Dennoch glauben wir eine ziemlich gute Vorstellung von der Diffusion im Boden durch Betrachtung von Dauerzuständen gewinnen zu können. Wir werden dies später zu begründen suchen. Das ist jedenfalls der einzig mögliche Grund für eine Auseinandersetzung.

Die Geschwindigkeit der Diffusion, d. h. die Mengen, die in der Zeiteinheit durch die Einheit des Diffusionsquerschnittes gehen, ist, wie oben gesagt, von der Grösse des Gefälles und des Diffusionskoeffizienten abhängig. Unter »Mengen» ist für den Fall des Gasaustausches Boden-Luft nach oben geförderte CO_2, nach unten geförderter O_2 zu verstehen. Diese Mengen werden also mit der jeweiligen volumprozentischen Zusammensetzung der Bodenluft unter sonst gleichen Verhältnissen variieren. Der Durchlüftungseffekt der Diffusion wäre also bei verschiedenen CO_2- und O_2-Gehalten der Bodenluft verschieden? Dieser Meinung scheint RAMANN (1911 p. 387) zu sein, der besonders infolge des geringen Unterschieds in der Zusammensetzung der Bodenluft und der Atmosphäre die Rolle der Diffusion nur gering zu veranschlagen

geneigt ist. Indes bei einem Vergleich der Leistungsfähigkeit der Diffusion mit der der übrigen Faktoren ist zu beachten, dass auch die Mengen von CO_2 und O_2, die durch diese pro Zeiteinheit gefördert werden, bei verschiedener prozentischer Zusammensetzung der Bodenluft verschieden ausfallen müssen. Wenn z. B. durch Wind die Bodenluft in einer Stunde bis zu 10 cm Tiefe mit frischer Luft ersetzt wird, so hängt die Grösse des effektiven CO_2- und O_2-Transportes durchaus von der Zusammensetzung der verdrängten Bodenluft ab. Hatte diese in Extremfall vorher genau die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, so ist durch die Durchlüftung für den Boden kein Gewinn an O_2, keine Entlastung von CO_2 bewirkt worden. Die Grösse des effektiven Transports dieser Gase infolge einmaliger Durchlüftung bis zu einer gewissen Tiefe durch irgendeinen der früher behandelten Faktoren entspricht genau dem gesamten CO_2-Überschuss bezw. O_2-Defizit der Bodenluft bis zu dieser Tiefe. Um die Leistungsfähigkeit der Diffusion mit derjenigen übriger Faktoren zu vergleichen, haben wir also die geförderten Mengen auf das O_2-Defizit bezw. den CO_2-Überschuss bis zu den betrachteten Tiefen zu beziehen. Falls es sich z. B. zeigen würde, dass die Diffusion eine Stunde braucht, um Mengen durch die Oberfläche zu befördern, die dem O_2-Defizit und dem CO_2-Überschuss bis zu 10 cm Tiefe entsprechen, so wäre der Ventilationseffekt der Diffusion für die betreffende Erdschicht gleich demjenigen eines Faktors, der in einer Stunde durch Massentransport die Bodenluft bis zur genannten Tiefe einmal erneuert.

Die absoluten geförderten Mengen CO_2 und O_2 interessieren uns vorläufig also weniger; wir werden uns aber später damit eingehend zu beschäftigen haben.

Der Kürze halber werden wir folgende Bezeichnungen für häufig wiederkehrende Grössen gebrauchen: Den CO_2-Überschuss nach Volumen beim Gesamtdruck in Bruchteilen des Gesamtvolums nennen wir p_+, das O_2-Defizit entsprechend gemessen p_-. Es ist also stets ungefähr $p_+ = (a - 0{,}03) : 100$ und $p_- = (21 - b) : 100$, wenn a und b die Gehalte in Volumprozenten an CO_2 bezw. O_2 sind. Falls Normaldruck 760 mm herrscht, bedeuten $a : 100$ und $b : 100$ zugleich Partialdrucke in Atmosphären und p_+ und p_- Partialüberdrucke bezw. -unterdrucke. Wir werden, wie gesagt, vorläufig stets Normaldruck annehmen und so p_+ und p_- auch als Drucke gelten lassen. Den gesamten CO_2-Überschuss bezw. das gesamte O_2-Defizit in einem gewissen Volum Bodenluft, z. B. in der Bodenluftmenge, die im Boden unter der Einheitsfläche bis zu einer gewissen Tiefe enthalten ist, werden wir gelegentlich $(CO_2 +)$ bezw. $(O_2 -)$ nennen. (Einheit: Volum beim Gesamtdruck.)

Und jetzt gehen wir an den Vergleich der diffundierenden Mengen mit bis an gegebene Tiefen vorhandenen $(CO_2 +)$ bezw. $(O_2 -)$. Wir wollen dabei die Frage so stellen: Welche Zeit braucht die Diffusion, um Mengen entsprechend dem $(CO_2 +)$ und $(O_2 -)$ bis zu einer gewissen Tiefe durch die Oberfläche passieren zu lassen? Es ist zweckmässig, ein paar verschiedene Fälle gesondert zu betrachten.

Fall I. Eine oberflächliche, selbst inaktive (d. h. weder O_2-konsumierende noch CO_2-produzierende) homogene Bodenschicht von der Mächtigkeit l überlagert aktive Schichten. Die Aktivität u. s. w. hat so lange unverändert gedauert, dass der Zustand stationär geworden ist. Wir haben dann inner-

halb der ganzen Schicht die linearen Gefälle $p_- : l$ bezw. $p_+ : l$. Die pro Zeiteinheit durch die Einheit Porenquerschnitt transportierten Mengen betragen dann $k_1 \cdot \frac{p_-}{l}$ bezw. $k_2 \cdot \frac{p_+}{l}$. Das (O_2 —) bis zur Tiefe l ist pro Einheit Porenquerschnitt $l \cdot \frac{p_-}{2}$ und der (CO_2 +) bis zu derselben Tiefe beträgt $l \cdot \frac{p_+}{2}$. Diese

Fig. 2. Gehaltkurve im Dauerzustand, Fall 2, vgl. Text.

Kurvan representerar de värden av kolsyreöverskott eller syrebrist, som böra inställa sig på olika djup i en homogent lufthaltig mark vid likformig aktivitetsfördelning mellan djupen 0 och l och ingen aktivitet djupare än l.

Mengen werden also in den folgenden Zeiten durch den Querschnitt gefördert, $\frac{l^2 \cdot p_-}{k_1 \cdot p_- \cdot 2}$ bezw. $\frac{l^2 \cdot p_+}{k_2 \cdot p_+ \cdot 2}$, also nach Abkürzen $l^2/2k_1$ bezw. $l^2/2k_2$. Die Grössen p_- und p_+ verschwinden also aus der Rechnung; die Leistungsfähigkeit der Diffusion in Vergleich mit anderen Faktoren oder mit der Normaldurchlüftung hängt nur von der Grösse der Diffusionskoeffizienten k_1 und k_2 und von der Mächtigkeit der betrachteten Bodenschicht ab.

Fall 2. Eine oberflächliche homogene Bodenschicht ist selbst aktiv, und zwar sei die Aktivität ganz gleichmässig verteilt von der Oberfläche bis an die Tiefe l, wo sie aufhört. In allen Tiefen $> l$ werden CO_2 und O_2 weder produziert noch konsumiert. Stationärer Zustand herrscht. Die Gefälle müssen hier von Punkt zu Punkt gegen die Tiefe verschieden sein, denn es sind in verschiedenen Tiefen durch einen Querschnitt verschiedene Mengen zu befördern. In der Tiefe l ist der Transport o, also auch das Gefälle. Durch die Oberfläche muss alles Produzierte bezw. Konsumierte gehen, dort müssen die Gefälle am grössten sein. Es seien die Gefälle an der Oberfläche (in der Tiefe o) P_-/l bezw. P_+/l; P_- und P_+ sind also die Werte, die sich in der Tiefe l einstellen würden, falls die gesamte Aktivität tiefer als l gelegen wäre, und die Schicht von der Oberfläche bis l inaktiv wäre (= Fall 1). Wir haben jetzt die Tangenten der Kurven der p_- und p_+ für zwei Punkte. Zwischen diesen Punkten müssen die Werte der Tangenten der Kurven gleichförmig (linear) von P_-/l bezw. P_+/l in der Tiefe o bis o in der Tiefe l abnehmen. In der Tiefe $l/2$ z. B. müssen sie den halben Wert von dem an der Oberfläche haben, denn in dieser Tiefe sind durch einen Querschnitt die halben Mengen zu befördern, u. s. w. Durch die Eigenschaft der Tangenten sind die Kurven selbst bestimmt als ein Stück einer Parabel (Fig. 2), deren Achse durch die Punkte (l,o) und (l,p) geht, deren Scheitel bei $(l,p/2)$ liegt und deren Parameter p ist (Man sieht ohne weiteres ein, dass p in der Figur P_- oder P_+ darstellt; die Überlegung ist ja ganz parallel für beide Grössen). Die vom Parabelstück, seiner Achse und der Abszissenachse eingeschlossene Fläche ist nach einem Gesetz der analytischen Geometrie $2/3$ des Dreiecks von der Fläche $l \cdot p/2$. Nun zum Vergleich der transportierten und vorhandenen Mengen. Durch die Einheit des Porenquerschnittes der Oberfläche geht pro Zeiteinheit $k_1 \cdot P_-/l$ bezw. $k_2 \cdot P_+/l$. Es sind $(O_2 -)$ und $(CO_2 +)$ pro Einheit Porenquerschnitt bis zu der Tiefe l dargestellt durch die Flächen je eines Parabelsegments wie in Fig. 2, mit den Höhen $P_-:2$ bezw. $P_+:2$. Das $(O_2 -)$ wird also nach dem oben über die Fläche eines solchen Parabelsegments gesagten $\frac{2}{3} \cdot \frac{P_- \cdot l}{2} = l \cdot P_-/3$, und der $(CO_2 +)$ dementsprechend $l \cdot P_+/3$. Die für Transport dieser Mengen durch die Einheit des Porenquerschnittes an der Oberfläche nötigen Zeiten sind also $l^2/3\, k_1$ bezw. $l^2/3\, k_2$.

Fall 3. Genereller Fall. In einer homogenen Bodenschicht, die sich von der Oberfläche bis zur Tiefe l erstreckt, herrscht biologische Aktivität, unterhalb dieser Schicht (also in allen Tiefen $> l$) aber keine. Die Aktivität variiert mit der Tiefe x zwischen $x = o$ und $x = l$ als $\varphi(x) = v$. Stationärer Zustand herrscht. Wir wollen die Kurven der p_- und p_+ als Funktionen von x bestimmen. Für jede dieser Kurven gilt offenbar die Relation für die Tangente:

$$f'(x) = \frac{p}{l} \cdot \frac{\int_x^l v\, dx}{\int_o^l v\, dx},$$

wo p wie vorher die Werte P_- bezw. P_+ darstellt, die sich in der Tiefe l einstellen würden, falls die gesamte Aktivität unterhalb der Tiefe l läge.

Die Funktion selbst kann also durch Integration dieser Gleichung gefunden werden:

$$f(x) = \frac{p}{l} \cdot \int_0^x \left(\frac{\int_x^l v\, dx}{\int_0^l v\, dx} \right) dx$$

Der Quotient p/l stellt offenbar wieder die Gefälle an der Oberfläche dar. Man sieht ohne weiteres ein, dass der Zusammenhang zwischen P_- und p_- ganz der gleiche ist wie derjenige zwischen P_+ und p_+, so dass beide durch die gleiche Formel wiedergegeben werden können, wie wir es getan haben.

Die in der Zeiteinheit durch die Einheit des Porenquerschnittes an der Oberfläche diffundierenden Mengen sind bezw. $k_1 \cdot \frac{p}{l}$ und $k_2 \cdot \frac{p}{l}$. Das (O_2 —) bezw. den (CO_2 +) pro Einheit Porenquerschnitt bis zur Tiefe x erhalten wir als Funktion $F(x)$ von x durch Integration der Funktion $f(x)$, also:

$$F(x) = \frac{p}{l} \cdot \int_0^x \int_0^x \left(\frac{\int_x^l v\, dx}{\int_0^l v\, dx} \right) dx\, dx.$$

Die Zeit Z, die nötig ist, um die Mengen $F(x)$ durch die Einheit des Porenquerschnittes der Oberfläche zu befördern, ist also:

$$Z = F(x)/k \cdot \frac{p}{l} = \frac{1}{k} \cdot \int\int \left(\frac{\int_x^l v\, dx}{\int_0^l v\, dx} \right) dx\, dx$$

$$(0 \leqq x \leqq l)$$

wo k k_1 bezw. k_2 bedeutet. Wiederum verschwindet p und es hängt die Durchlüftungsgeschwindigkeit also nur von den Tiefen x und l ab und von den Werten der Diffusionskoeffizienten k_1 bezw. k_2.

Ausführung der Berechnung für spezielle Fälle. Der Ausdruck, zu dem wir für den generellen Fall kamen, mag für den Nichtmathematiker etwas abschreckend erscheinen. Wir wollen die Sache verständlicher machen durch Ausführung der Berechnung für zwei spezielle gegebene Verteilungen der Aktivität innerhalb der Schicht, und wir wollen uns dabei der im Boden tatsächlich beobachteten Verteilungsart der Bodenorganismen möglichst anschliessen.

Viele Untersuchungen haben übereinstimmend ergeben, dass die höchste Zahl der Bakterien und Keime überhaupt gleich unter der Bodenoberfläche zu finden ist, und dass die Zahlen gegen die Tiefe zu schnell abnehmen. Die Resultate der Bakterienzählungen WAKSMANS (1916 a) in 4 verschiedenen Böden (zwei Gartenböden, einer Wiese, einem Waldboden) sind in unserer Fig. 3 dargestellt. Die Diagramme für die verschiedenen Böden sind in unserer Figur durch entsprechende Wahl des Masstabes auf gleiche Höhe ge-

bracht, so dass sie möglichst gut mit einander zu vergleichen sind. Es ist ja nur die Verteilungsart, nicht die absoluten Zahlen, die uns interessiert. Man sieht, dass die Verteilung in den verschiedenen untersuchten Böden sehr nahe dieselbe ist. Auch die Pilze im Boden verteilen sich in ähnlicher Weise (Waksman 1916 b).

Als erste Annäherung an eine solche Verteilung werden wir zuerst ein lineares Fallen der Aktivität von einem gewissen Wert a an der Oberfläche bis zu o in der Tiefe l annehmen. In diesem Fall wird die Berechnung sehr einfach.

Die Aktivität ist a in der Tiefe o, o in der Tiefe l und sinkt zwischen diesen Punken gleichförmig, linear. Also $v = \varphi(x) = a - bx$, wo $b = a/l$, also $v = a - ax/l$; daraus

$$\int_x^l v\,dx = \frac{al}{2}\left(1 - \frac{2x}{l} + \frac{x^2}{l^2}\right) \text{ und } \int_0^l v\,dx = \frac{al}{2}.$$

Der Quotient wird also $\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2$. Zu diesem Resultat hätten wir auch ohne Integralrechnung kommen können durch folgende Betrachtung: Der zwischen einer gewissen Tiefe x und der Tiefe l gelegene Teil der Aktivität verhält sich zu der totalen (d. h. zwischen o und l gelegenen) wie die Fläche zweier gleichförmiger Triangel mit den sich entsprechenden Katheten $(l-x)$ und l, also wie $\left(\frac{l-x}{l}\right)^2$.

Gehen wir jetzt zur Bestimmung der Funktion $f(x)$ über. Wir haben nach obigem $f'(x) = \frac{p}{l}\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2$ zu setzen und bekommen daraus durch Integration zwischen o und x

$$f(x) = p\left(\frac{x^3}{3\,l^3} - \frac{x^2}{l^2} + \frac{x}{l}\right)$$

Setzen wir wieder $F'(x) = f(x)$, so erhalten wir durch nochmalige Integration zwischen o und x

$$F(x) = pl\left(\frac{x^4}{12\,l^4} - \frac{x^3}{3\,l^3} + \frac{x^2}{2\,l^2}\right)$$

Setzen wir in $f(x)$ bezw. $F(x)$ $x = l$, so wird $f(x) = p/3$ und $F(x) = pl/4$, endlich $Z = l^2/4k$. Die bei gegebener Tiefe l in dieser Tiefe bei gegebener Gesamtaktivität (bezogen auf die Fläche des Porenquerschnittes parallel der Oberfläche) sich einstellenden Werte p_- und p_+ betragen also (vgl. Kurve a der Fig. 6, Kap. 8) bei einer Aktivitätsverteilung wie im ebenberechneten Fall nur 1/3 von denjenigen bei Fall 1 und 2/3 von denen in Fall 2; $(O_2 -)$ und $(CO_2 +)$ bis zur Tiefe l erreichen $^1/_2$ von denen in Fall 1 und 3/4 von denen in Fall 2; endlich die Zeiten für Transport durch die Oberfläche von Mengen entsprechend den $(O_2 -)$ und $(CO_2 +)$ bis zur Tiefe l betragen dementsprechend bezw. $^1/_2$ und 3/4 von denjenigen in bezw. Fall 1 und 2.

Wenn man die gefundenen Gleichungen zur Berechnung der Verhältnisse für andere Tiefen als l verwenden will, so empfiehlt es sich, nach Festsetzung von l, x in l zu rechnen, wodurch die Gleichungen sichtlich sehr einfach

werden. Wenn man z. B. WAKSMANS Bakterienzahlenkurven mit einer Geraden ausgleichen will, so würde diese die Abszissenachse etwa bei $16'' = 40$ cm treffen. Also $l = 40$ cm. Wir nehmen also 40 cm als Einheit der Länge für x. Wir fragen z. B. nach der Zeit, die zum Befördern durch die Oberfläche von Mengen entsprechend dem (O_2 —) und dem (CO_2 +) bis zu 20 cm Tiefe nötig ist. Wir finden, für $x = l/_2$ und $l = 40$, $Z = 142 : k$ (Sekunden, falls k in den gewöhnlichen Einheiten ausgedrückt ist).

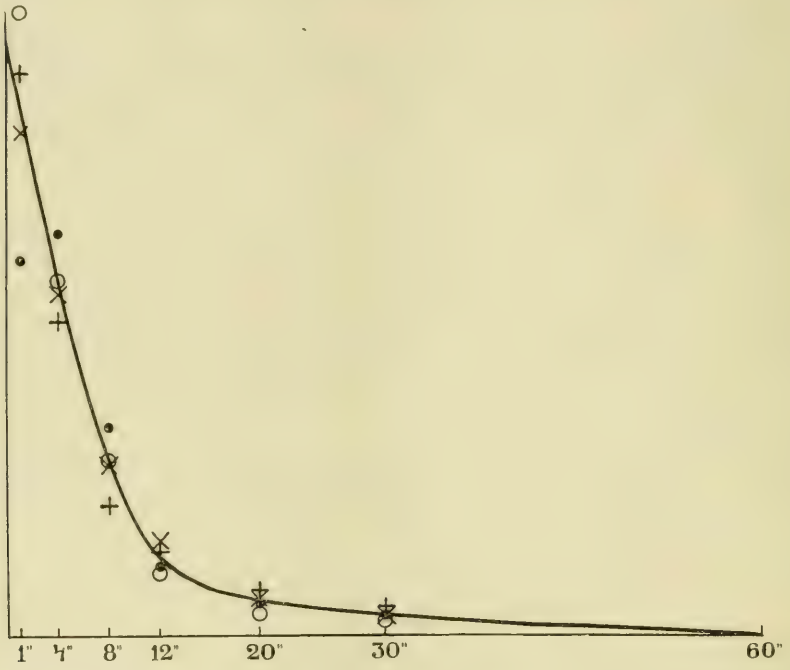


Fig. 3. Bakteriengehaltkurve nach WAKSMANS (1916 a) Zählungen. Die Kreise und Kreuze stellen die Zahlen WAKSMANS dar. Gefüllte kleine Kreise und liegende Kreuze = Gartenböden, ungefüllte Kreise = Timotheewiese, stehende Kreuze = Waldboden. Die Kurve ist eine Ausgleichung nach Augenmass dieser Punkte.

Kurvan representerar bakteriehalten i marken på olika djup efter WAKSMANS bakterieräkningar. Kurvan utgör en utjämning efter ögonmått av originalvärdena, som äro framställda genom korsen och cirklarna. Små fyllda cirklar och liggande kors = två olika trädgårdsjordar, ofyllda cirklar = timotejvall, stående kors = skogsmark.

Um einmal eine Berechnung durchzuführen, die sich so nahe wie möglich an in der Natur beoachtete Verhältnisse anschliesst, habe ich die Werte WAKSMANS nach Augenmass mit einer Mittelkurve ausgeglichen, die in der Fig. 3 eingezeichnet ist (die grobe Linie). Diese Kurve stellt also $v = \varphi(x)$ dar, nach den obigen Bezeichnungen. Die Integrationen habe ich graphisch ausgeführt (vgl. v. SANDEN, Praktische Analysis p. 95 ff.). Die resultierende Kurve für $f(x)$ ist in Fig. 4 gezeichnet. Fig. 5 S. [67] bringt die Kurve $F(x)$ bis 1 m

Tiefe nebst einer Hilfstafel, die es gestattet, für jede Tiefe und jeden Wert von k zwischen 0,02 und 0,10 cm²/sek. den Wert von Z direkt in Stunden abzulesen. Man hat die Ordinate über der betreffenden Tiefe aufwärts bis an die Kurve zu verfolgen und dann vom Schnittpunkt horizontal nach links zu gehen und findet dann durch den Schnittpunkt dieser Horizontalen mit der Vertikalen für ein gegebenes k das entsprechende Z, oder durch den Schnittpunkt der Horizontalen mit der geneigten Linie, die einem gegebenen Z entspricht, das nötige k. Für $x = 20$ cm und $k = 0{,}05$ z. B. findet man $Z = 0{,}8$ Stunden, für $x = 40$ cm und $k = 0{,}05$ $Z = 2{,}4$ Stunden.

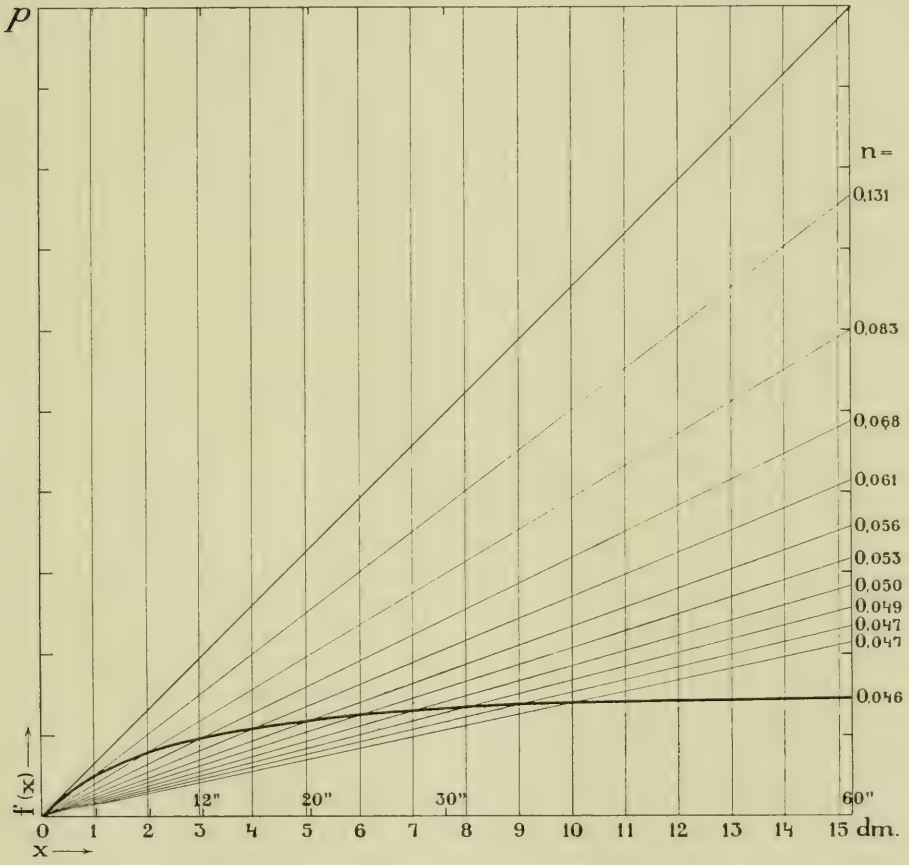


Fig. 4. Gehaltkurve im Dauerzustand bei einer Aktivitätsverteilung wie nach der Kurve Fig. 3. Erklärung der Ziffern im Text.

Kurvan representerar de värden av kolsyreöverskott eller syrebrist som böra inställa sig på olika djup i en homogent lufthaltig mark, om aktivitetsfördelningen motsvarar bakteriehaltkurvan fig. 3.

Wir sind also zu dem Ergebnis gekommen, dass der Durchlüftungseffekt der Diffusion im Dauerzustand, mit dem anderer Faktoren oder mit der Normaldurchlüftung verglichen, unabhängig von den jeweilig sich einstellenden p_- und p_+ ist. Dagegen ist seine Grösse stark von der Mächtigkeit der

betrachteten Schicht abhängig und von der Verteilungsart der Aktivität im Boden. Endlich kommt der Diffusionskoeffizient mit in die Rechnung, was ja selbstverständlich ist. Um zu einer Zahl zu kommen, die die Effektivität der Diffusion angibt, muss man folglich wissen, mit welchen Werten der Diffusionskoeffizienten man im Boden rechnen darf.

Diffusionskoeffizient. Bei freier Gasdiffusion beträgt der Wert des Diffusionskoeffizienten nach den Bestimmungen der Physiker (LANDOLT-BÖRNSTEINS Tabellen 1912) bei 0°C, 760 mm Hg für CO_2 — Luft 0,14, für CO_2 — O_2 0,18. Falls der Gasaustausch im Boden durch Diffusion geschieht, wird man weder eine einfache Diffusion O_2 — CO_2 noch eine CO_2 — Luft haben, sondern eine Diffusion CO_2 — O_2 durch N_2 hindurch. Die Diffusion zweier Gase durch ein drittes ist von STEFAN theoretisch behandelt worden. Er findet, dass der Diffusionskoeffizient sich vergrössern muss, wenn das spezifische Gewicht des dritten Gases unterhalb denjenigen der beiden ersten Gase liegt, und umgekehrt. Wenn die beiden ersten Gasen verschiedenes sp. Gewicht haben, wird das dritte Gas nicht gleichförmig verteilt bleiben, sondern sich an der Seite des leichteren Gases ansammeln. Die Versuche stimmen ziemlich gut mit der Erwartung überein. (WINKELMANN p. 1423.) BUCKINGHAM hat nach STEFANS Formeln die zu erwartenden Diffusionskoeffizienten berechnet für CO_2 und O_2 diffundierend durch N_2, wenn das letzte Gas 79 % des Gesamtvolums ausmacht. Er findet, dass der Diffusionskoeffizient für CO_2 um 5,3 %, für O_2 um 19 % gegen den früheren gemeinsamen Wert vergrössert sein wird. Da es sich für uns nicht um peinlich genaue Berechnungen handelt — solche sind aus allerlei Gründen ausgeschlossen — werden wir die beiden Konstanten als gleich ansehen, also weiterhin $k_1 = k_2 = k$ setzen. So tut auch BUCKINGHAM; er nimmt das Mittel 12 % aus den ebengenannten Ziffern und rechnet mit einem einheitlichen um 12 % erhöhten Diffusionskoeffizienten.

Der Vorgang der Diffusion verläuft nicht mehr normal bei sehr kleinen Dimensionen der Diffusionsräume, d. h. von der Grössenordnung der freien Weglänge der Gasmoleküle. Die freie Weglänge der Gasmolekülen ist bei gewöhnlichem Druck sehr klein: für CO_2 0,06 mmm, für O_2 0,1 mmm, für N_2 0,09 mmm (1 mmm = 1/1000 mm). Bei Einzelkornstruktur und dichter Lagerung kann die Grössenordnung der Dimensionen der Hohlräume im Boden wohl ungefär gleich derjenigen der Bodenpartikel gesetzt werden. Nun erreichen zwar von sämtlichen Konstituenten des Bodens nur die allerkleinsten diese Grenze (die Tonfraktion, das feinste Sortiment ATTERBERGS: ler; < 2 mmm), das genügt aber, um zu verbieten, die für die freie Diffusion gefundenen Werte des k ohne Prüfung auf den Gasaustausch des Bodens zu verwenden.

Zwei experimentelle Untersuchungen über die Diffusion im Boden liegen vor. Beide haben ihre Mängel. HANNÉN (1892) hat meist nicht mit natürlicher Erde gearbeitet, sondern mit gesiebten Sortimenten, dafür sind aber ihre Korngrössen umso genauer definiert und bekannt. HANNÉNS Versuche würden daher einen guten Aufschluss über den Gang des Diffusionskoeffizienten bei abnehmender Korngrösse geben — wenn nur ihre Berechnung möglich wäre. Dies scheint jedoch leider nach den Angaben kaum möglich. HANNÉN hat nicht mit Dauerzuständen gearbeitet, er sperrt eine gewisse Menge reines Kohlendioxyd in einem Glasbehälter durch einen anfangs gleichfalls mit

reinem CO_2 gefüllten Bodenzilinder von der Atmosphäre ab und bestimmt nach der Versuchszeit das im Behälter zurückgebliebene CO_2. Diese Menge betrug bis zu 18 % der Anfangsmenge hinab (im allgemeinen etwa 50 %). Das Gefälle ist also während des ganzen Versuchs innerhalb weiter Grenzen wechselnd und für die uns interessierende untere Endfläche der Bodensäule nicht berechenbar, u. A. weil die Diffusion im Gasbehälter selbst meistens von ungefähr derselben Grössenordnung wie die in der Bodensäule gewesen sein muss, und dabei über die Form dieses Gefässes für einen der verwandten Apparate gar keine Angabe gemacht wird (für den zweiten nur in Form einer photograpischen Totalansicht des Apparats). Der Physiker, Herr Privatdozent E. Holm, mit dem ich mit beraten habe, hat keine Möglichkeit gesehen, die Werte Hannéns anders als qualitativ zu verwenden.

Einiges kann jedenfalls aus den Zahlen Hannéns herausgelesen werden. Wenn man Versuche auswählt, in denen bei gleicher Länge der Bodensäule in gleicher Zeit sehr nahe die gleichen Mengen diffundiert haben, so muss in diesen Versuchen während der ganzen Versuchszeit das Gefälle in sehr nahe der gleichen Weise variiert haben, also zu jeder Zeit in den parallelen Versuchen nahe dasselbe gewesen sein. Ich habe einige solche Versuche zusammengestellt:

Sortiment	Sand I	Sand VI	Lehm I	Lehm V
CO_2 diffundiert, % der Anfangsmenge	44,31	44,31	57,53	58,02
CO_2 diffundiert, cm^3 pro cm^2 Porenquerschnitt ...	103,5	123,9	101,6	96,3

Die Anfangsmenge CO_2, die Höhen der Bodenschicht und die Versuchszeiten waren dabei die gleichen. Sand I = Quarzsand 0,01—0,071 mm, Sand VI = Quarzsand 0,5—1,0 mm, Lehm I = Lehm in Einzelkornstruktur $<$ 0,25 mm, Lehm V = Krümel 4,0—6,75 mm.

Wie man sieht, können die Werte für Sortimente sehr verschiedener Korngrösse ganz übereinstimmend sein, in scharfem Gegensatz zu den Verhältnissen beim Hindurchpressen von Luft durch Druck (vgl. die Tabelle VII p. [36]). Mehr ist aber leider kaum aus den Daten herauszulesen.

Die zweite Untersuchung über die Diffusion im Boden stammt aus dem amerikanischen Bureau of Soils (Buckingham 1904). Dieser Forscher arbeitet mit Dauerzuständen, indem die Bodensäule sich zwischen zwei Behältern befand, in welchen kontinuierliche Ströme aus CO_2 bezw. Luft unterhalten wurden. Ein System von Regulatoren sorgte dafür, dass die Gesamtdrucke zu beiden Seiten möglichst genau dieselben blieben. Es wurde die sich einstellende Zusammensetzung der beiden Gasströme volumetrisch ermittelt, woraus bei Kenntnis der Stromgeschwindigkeit die pro Zeitenheit diffundierenden Mengen sich berechnen liessen. Buckingham hat mit natürlichen Böden, nicht mit gesiebten Sortimenten, gearbeitet, aber dann leider nicht mit Böden in natürlicher Lagerung. Die Proben wurden im Gegenteil vor dem Versuch »broken up fine in a mill», und dann eventuell mit dem gewünschten Wasserzusatz gründlich vermischt. Erst dann kamen sie in den Apparat. Man vermisst also in diesen Versuchen die Kenntnis der Korngrössen, ohne den Vorteil zu gewinnen, die Verhältnisse in vollkommen natürlichen Böden

direkt zu studieren. Der Verfasser drückt seine Resultate aus als Werte einer Konstante *D*, die das Volum (Atm.-Druck, Zimmertemperatur) in cm^3 angibt, das pro Sekunde durch 1 cm^2 Bodenquerschnitt diffundiert, wenn das Partialdrucksgefälle 1 mm Hg pro cm beträgt. Um einen Vergleich mit dem normalen Diffusionskoeffizienten zu erleichtern, habe ich die Zahlen auf 1 cm^2 Porenquerschnitt und ein Gefälle von 1 Atm. pro cm umgerechnet, durch Division durch die vom Verfasser mitgeteilten Porositätswerte und Multiplikation mit 760.

Tabelle VIII. Diffusionskoeffizienten *k* für CO_2—Luft aus BUCKINGHAMS Versuchen berechnet. Versuchstemperatur c:a 27°C, Druck nahe 760 mm Hg.

Sortiment	Luftgehalt %	*k*	$(D:S^2)$	Sortiment	Luftgehalt %	*k*	$(D:S^2)$
Dune sand, 4,8 % aq	56	0,11	(2,6)	Cecil clay, 19,6 % aq.....	25	0,05; 0,06	(2,9)
D:o	46	0,07; 0,08	(2,2)	D:o, 21,1 % aq »somewhat lumpy»	46	0,06; 0,07; 0,08	(1,8)
Garden loam trocken	49	0,07; 0,08	(2,0)	D:o	35	0,04	(1,6)
D:o	43	0,06; 0,07	(2,0)	D:o, bewässert.....	25	0,02; 0,03	(1,0)
D:o, bewässert	31	0,06	(2,6)	Cecil clay, trocken »coarse ground»	61	0,06; 0,07	(1,4)
Garden loam, 18,6 % aq	49	0,08; 0,10	(2,2)	D:o	52	0,04; 0,05	(0,8)
D:o	40	0,08	(2,5)	D:o	47	0,04; 0,05	(1,2)
D:o	32	0,06	(2,6)	Windsor sand, 4,2 % aq	55	0,09; 0,10	(2,5)
Cecil clay, 19,6 % aq	48	0,07	(2,0)	D:o	33	0,07; 0,09	(3,0)
D:o	35	0,04; 0,07	(1,9)	D:o, bewässert.....	16	0,02	(1,9)

Der normale Diffusionskoeffizient CO_2—Luft bei 27° C und 760 mm Hg beträgt 0,17. Die gefundenen Werte variieren zwischen 0,11 und 0,02. Die beiden niedrigsten Werte beziehen sich auf besondere Verhältnisse, wo der Boden von oben bewässert worden war; wir wollen sie später diskutieren. Die übrigen Werte halten sich um 0,05 bis 0,08, also etwa ein Drittel bis die Hälfte des zu erwartenden Wertes. Die Zahlen variieren wenig mit verschiedenen Bodenarten, viel mehr mit verschiedenem Packungsgrad der Proben. Es bestätigt sich also das Resultat aus HANNÉNS Versuchen, dass die grössere oder kleinere Feinkörnigkeit des Bodenmaterials innerhalb der Grenzen, bis zu denen sich die Untersuchungen erstrecken, von verschwindend kleinem Einfluss auf die Diffusionsgeschwindigkeit ist. Andererseits zeigt sich durchweg eine ausgesprochene Abnahme der pro Einheit Porenquerschnitt diffundierten Mengen bei Packung der Erde. (Der jeweilige Packungsgrad einer Bodenprobe geht aus den in der Tabelle VIII mitgeteilten Porositäts-

ziffern hervor). Das steht einigermassen in Widerspruch zu den Erfahrungen HANNÉNS; aus den Tabellen HANNÉNS p. 10 und 12 (Versuch I und II) kann man herauslesen, dass ausser für das feinste Sortiment (0,01—0,071 mm Korngrösse), wo trotz grösseren Gefälles bei der dichteren Lagerung pro Einheit Porenquerschnitt weniger diffundierte, die Packung auf den Diffusionskoeffizienten gar nicht, wenigstens nicht wesentlich, eingewirkt hat. (Jedoch andererseits zeigen auch HANNÉNS Versuche für die Materialien Kaolin und pulverförmigen Lehm eine sichere Abnahme des Diffusionskoeffizienten bei Packung, vgl. unten). Nach den mit verschiedener Feinheit der Poren sehr empfindlich variierenden Permeabilitätswerten kann man (vgl. oben Tabelle VII) feststellen, dass in BUCKINGHAMS Versuchen auch in solchen Materialien sich eine ausgesprochene Abnahme des Diffusionskoeffizienten bei Packung zeigt, in denen die Porenweite nicht kleiner ist als in den mittleren Quarzsandsortimenten HANNÉNS, wo sich noch keine solche Abnahme zeigte. Die Erklärung dieses Mangels an Übereinstimmung glaube ich in der bei den zwei Forschern verschiedenen Art der Packung suchen zu dürfen. Darüber weiter unten.

BUCKINGHAM glaubt eine Beziehung der Diffusionswerte zu der Porosität S des Bodens gefunden zu haben, derart, dass $D{:}S^2$ stets annähernd konstant wäre. Wenn die Diffusion pro Einheit Porenquerschnitt konstant wäre, hätte man natürlich $D{:}S$ konstant zu erwarten. Wenn statt dessen $D{:}S^2$ konstant ist, so bedeutet dies $k{:}S$ = konst. d. h., dass der Diffusionskoeffizient proportional der Porosität variiert. Die Grössen $D{:}S^2$ sind in der dritten Kolonne unserer Tabelle VIII zitiert, BUCKINGHAMS Tafel II entnommen, nur zwecks besserer Übersicht auf eine Dezimalstelle abgerundet. BUCKINGHAM hat diese Werte nach »weighted means» von D. gebildet, während die von mir gegebenen k-Werte die Einzeldaten darstellen (zwar ein k-Wert oft mehrere Einzeldaten, aber nur wenn diese auf dieselbe Ziffer abgerundet werden konnten). Trotzdem kann ich nicht sehen, dass diese beträchtlich mehr variieren als jene. Wenn man von den schon genannten, aus der Reihe ausfallenden Versuchen mit Bewässerung von oben absieht, zeigen die $D{:}S^2$-Werte eine grössere Variation als die k-Werte (mit einer Dezimale mehr sind die Zahlen 2,99/0,83 bezw. 0,112/0,040).

Ich erkläre mir den Umstand, dass die k-Werte kleiner als erwartet ausfallen, weiter den obenerwähnten Mangel an Übereinstimmung zwischen BUCKINGHAM und HANNÉN, sowie die von BUCKINGHAM gefundene Annäherung an eine Proportionalität der k-Werte mit der Porosität, folgendermassen: Zunächst sind die Poren der Bodenprobe ja nicht Kanäle, die geradlinig von der einen zur anderen Endfläche verlaufen. Im Gegenteil, der Diffusionsstrom muss überall Umwege aus der geradlinigen Hauptrichtung machen, so dass der wirkliche Weg länger ist als die Höhe der Bodensäule. Mit anderen Worten, der Partialdruckunterschied zwischen den Endflächen verteilt sich auf eine grössere Länge, das Partialdruckgefälle wird in Wirklichkeit kleiner als berechnet. Wenn der Diffusionsstrom sich nirgends in der Bodenmasse geradlinig bewegen kann, sondern immer nur in Umwegen um die Bodenpartikel, jedoch mit beibehaltener Hauptrichtung, so wird die Wegverlängerung unter der Annahme, dass die Umwege stets Halbkreise darstellen, $\pi/2$, der Weg also 1,6 mal vergrössert. Der zu erwartende scheinbare Diffusionskoeffizient wäre also $2/\pi = 0{,}64$ von dem normalen, also in BUCKINGHAMS Versuchen 0,11, was in der Tat mit den grössten Werten der Tabelle

VIII gut übereinstimmt. Weiter aber wird der Diffusionsstrom dadurch aufgehalten werden, dass die Diffusionsräume in der Bodenmasse ja nicht überall annähernd dieselbe Grösse haben, sondern sehr enge Passagen mit weiteren, besser wegsamen umwechseln. Der experimentell in Erde gefundene Diffusionskoeffizient ist aus diesen beiden Gründen eigentlich ein scheinbarer Diffusionskoeffizient. Dass der Wert davon bei Packung der Erde abnimmt, kann teils auf einer Vergrösserung der zu passierenden Weglänge, teils und wohl hauptsächlich auf dem mehr oder weniger vollständigen Abschliessen und Unnützbarmachen einer Anzahl Hohlräume beruhen. Das letztere wird in grösserem Umfang in feinkörnigem Boden stattfinden als in grobkörnigem, weil in jenem die engsten Passagen leichter und öfter unter eine kritische Minimalgrösse müssen herabgedrückt werden können. Dass aber BUCKINGHAM, in Gegensatz zu HANNÉN, schon bei grobkörnigeren Böden eine deutliche Abnahme des scheinbaren Diffusionskoeffizienten gefunden, und durchgehend eine Abnahme des k mit der Porosität beobachtet hat, dürfte auf einem besonderen Umstand beruhen. HANNÉN hat nämlich möglichst homogen gepackte (»Einstampfen der einzelnen Schichten von 1 cm Mächtigkeit mit Hilfe eines Stempels von entsprechendem Querschnitt», p. 15) Bodenproben untersucht, bei BUCKINGHAM dagegen wurde die Packung so vorgenommen, dass die Bodenprobe als Ganzes mittels eines Holzklotzes bis auf den gewünschten Grad zusammengedrückt wurde (»after a set of experiments had been made in this way the top of the soil case was taken off and the soil compressed, tamped, or watered, as the case might be, after which the new depth to the soil was measured as before, the cover put on, and a new set of experiments begun», p. 14). Die Probe muss daher in den Versuchen mit fester Lagerung nicht homogen gewesen sein, die oberste Schicht muss einen wahrscheinlich viel geringeren Gesamtporenquerschnitt gehabt haben als die unteren und als die berechnete, und dies muss in je höherem Grad der Fall gewesen sein, je stärker der Boden in dieser Weise zusammengedrückt worden war. Der mit Anwendung der für die gesamte Bodenprobe ausgerechneten Porosität berechnete Wert für k wird daher zu niedrig ausfallen und dies um so mehr, je stärker die Probe komprimiert wurde. Da nun andererseits die Porosität der Proben der verschieden Bodenarten in BUCKINGHAMS Versuchen nicht sehr verschieden war, ist eine Annäherung an eine Proportionalität des k mit der Porosität im gesamten Material verständlich. Es wäre viel aufklärender gewesen, wenn die Versuche an homogen gepackten Proben gemacht worden wären. Die Verhältnisse in schichtenweise verschieden stark zusammengedrückten Böden, wie solche ja in der Natur öfters vorkommen, wären ohnehin leicht zu überschauen gewesen, wie wir unten sehen werden. In derselben Weise wie für die gepackten Bodenproben erklären sich sicher zum grossen Teil die abnorm niedrigen k-Werte in BUCKINGHAMS Versuchen bei Bewässerung von oben. Im Extrem kann man sich ja denken, dass alles Wasser in einer oberflächlichen Schicht blieb und dort die Poren vollständig verstopfte, während aus dem Gesamtwassergehalt der Probe eine ziemlich grosse Porosität berechnet wurde.

Auch eine gleichmässige Packung wirkt indes, wie gesagt, bei feinkörnigen Bodenarten herabdrückend auf den scheinbaren Diffusionskoeffizienten, ebenso wie eine gleichmässige Nässe des Bodens über eine gewisse Grenze hinaus. Für Beides kann man Belege in HANNÉNS Versuchen finden. Ich zitiere aus HANNÉN (p. 15—16):

Sortiment	Lagerung	CO_2 diffundiert, % der Anfangsmenge	CO_2 diffundiert, cm^3 pro 1 cm^2 Porenquerschnitt
Kaolin	locker	60	72
D:o	mitteldicht	48	68
D:o	dicht	35	58
Lehmpulver	locker	51	74
D:o	mitteldicht	43	74
D:o	dicht	30	65

Die Anfangsmengen, Versuchszeiten und Höhen der Bodensäulen waren dabei überall die gleichen. Es haben also in den gepackten Proben trotz höheren Gefälles kleinere Mengen diffundiert.

Den Einfluss von Wasser im Boden, sowie die relativ viel stärkere Wirkung einer Bewässerung von oben als einer gleichmässigen Befeuchtung, zeigen die folgenden Ziffern von HANNÉN (p. 19, 20, 23):

Sortiment		Sand I (0,01—0,071 mm)						Sand I—VII (0,01—2,0 mm)					
Zugesetzte Wassermenge	cm^3	0	22	40	79	119	158	0	22	25	50	75	100
	in % der grössten Wasserkapazität	0	—	20	40	60	80	0	—	20	40	60	80
	als mm Niederschlag	—	10	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—
CO_2 diffundiert in % der Anfangsmenge		52	19	42	30	14	3	37	6	33	22	13	0
D:o pro cm^2 Bodenquerschnitt		60	22	48	34	15	3	43	7	38	25	15	0
D:o pro cm^2 Porenquerschnitt		109	—	104	92	54	18	114	—	118	97	72	0,3

Auch hier waren die Anfangsmengen CO_2, Versuchszeiten und Höhen der Bodensäulen überall die gleichen. Trotz eines sehr viel grösseren Gefälles haben also in den nassen Böden viel geringere Mengen, bis praktisch nichts, diffundiert. Der derart stark herabsetzende Einfluss des Wassers könnte befremdend erscheinen, da ja auch durch das Wasser hindurch Diffusion erfolgen muss. Die Werte der Diffusionskoeffizienten der in Wasser gelösten Gase sind aber nur von der Grössenordnung 1/10000 derjenigen bei der Diffusion in Gasform (in Wasser von 16° C für CO_2 $k = 0{,}000016$, für N_2 $k = 0{,}00002$, für O_2 $k = 0{,}000019$; alles in cm^2/sek nach HÜFNER aus WINKELMANNS Handbuch p. 1450.)

In dicht gelagerten und gleichzeitig feinkörnigen Böden ist also die Diffusion merklich verlangsamt und in nasse Böden bedeutend, bis praktisch Null, herabgesetzt. Wenn man von nassen Böden absieht, sind aber für die ver-

schiedenen untersuchten Bodenarten die Werte des scheinbaren Diffusionskoeffizienten von bemerkenswerter Konstanz. Man vergleiche nur die Variation der k-Werte in Tab. VIII mit der Variation der Permeabilitätswerte in Tabelle VII oben für ganz dieselben Bodenproben. Weder die Untersuchungen HANNÉNS noch die von BUCKINGHAM erstrecken sich aber auf die am meisten feinkörnigen Böden in dichtester Lagerung, wie plastischen Ton. Es ist von vornherein zu erwarten, dass doch in solchen Böden die Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend herabgesetzt ist. In dieser Hinsicht ist ein Versuch von FLECK (1873 p. 44) beleuchtend. Er untersuchte die Diffusion von CO_2 durch einen aus »völlig sandfreiem, feuchtem und fettem Lehm» geformten und dann vorsichtig an der Luft und dann bei 80° getrockneten Zilinder und fand, dass bei einem Gefälle von 0,074 Atm. pro cm in 18 Stunden durch einen Bodenquerschnitt von 2,27 cm^2 2,5 mg CO_2 diffundiert hatte. Dies gibt, unter Annahme einer Porosität des Lehmzilinders von 25 %, ein k von 0,00044 (unter Annahme einer grösseren Porosität natürlich noch weniger), also von der Grössenordnung 1/100 der mittleren in BUCKINGHAMS Versuchen.

In an Tonmaterial reichen Böden wird also die Diffusion unter Umständen sehr verlangsamt sein. In der Natur wird die Diffusion durch eine kompakte rissfreie Lehmschicht noch viel mehr, als die eben angeführte Ziffer zeigt, verlangsamt sein, denn sie enthält dazu Wasser. Das starke wasserhaltende Vermögen des Feinmaterials wird in der Natur dazu beitragen, die Diffusion durch solche Böden herabzusetzen.

Nasse Böden und kompakte, extrem feinkörnige Böden fallen also aus dem Rahmen. Sonst aber kann man nach allem zu urteilen innerhalb weitester Grenzen im Boden mit einem relativ ziemlich konstanten Wert des scheinbaren Diffusionskoeffizienten rechnen, und zwar mit einem von $^1/_2$ bis $^1/_3$ des normalen für freie Diffusion. Der normale Diffusionskoeffizient CO_2—O_2 bei 0° und 760 mm Druck ist wie oben angeführt 0,18. Für die Diffusion im Boden wäre dieser Wert wegen des Zusatzes von 79 % N_2 um 12 % zu erhöhen, also gleich 0,20 zu setzen. Die Werte des scheinbaren Diffusionskoeffizienten, mit denen man im allgemeinen rechnen darf, wären also 0,07 bis 0,10, oder sagen wir der Sicherheit wegen 0,05 bis 0,10.

Setzen wir nun diese Werte von k in unsere oben abgeleiteten Formeln ein, so sind wir endlich in der Lage, einen zahlenmässigen Vergleich der Effektivität der Diffusion mit derjenigen der vorher behandelten Faktoren und mit der Normaldurchlüftung zu machen. Setzen wir $k = 0{,}05$ bis 0,10 und $l = 20$ cm, so bekommen wir für die zu einmaliger Durchlüftung bis zu dieser Tiefe nötigen Zeiten:

unter Annahme von Fall 1: 2000 bis 4000 Sekunden = 0,56 bis 1,1 Stunden
» » » » 2: 1333 » 2667 » = 0,37 » 0,74 »

Durch Verwendung der generellen Ableitung (Fall 3) und Anschmiegen der Berechnung an empirisch gefundene Aktivitätsverteilungen fanden wir oben als erste Näherung für die zur Durchlüftung bis 20 cm Tiefe nötige Zeit $142{:}k$ Sekunden, das macht, für k = 0,05 bis 0,10, 2840 bis 1420 Sekunden = 0,4 bis 0,8 Stunden = 24 bis 47 Minuten. In viel genauerer Näherung haben wir dann oben, wie wir uns erinnern, die Berechnung graphisch durchgeführt, deren Resultate in Fig. 5 gegeben sind. Aus dieser

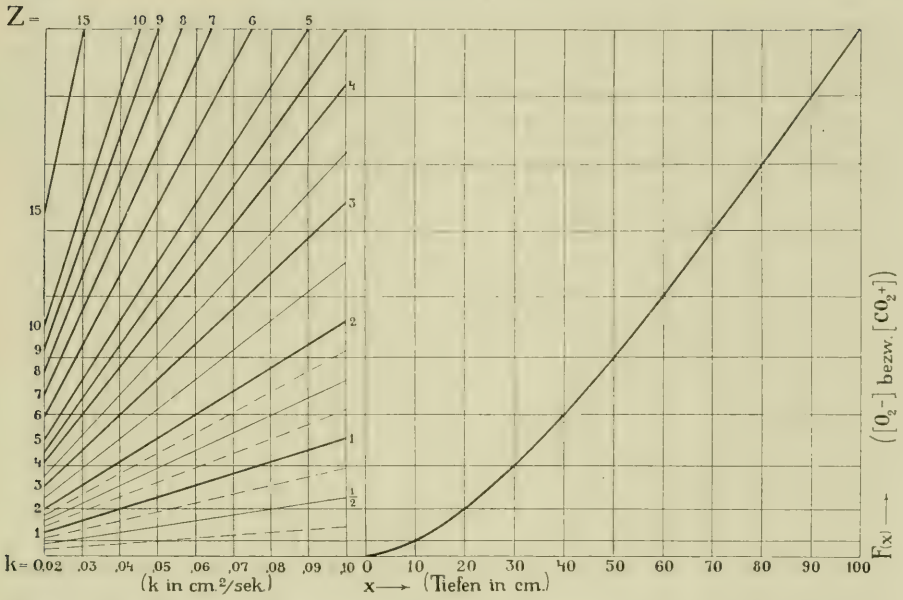


Fig. 5. Integralkurve der Kurve Fig. 4. Die Hilfstafel links dient zur Ablesung der Zeit in Stunden für einmalige Durchlüftung bis zu einer beliebigen Tiefe, bei jedem beliebigen Wert zwischen 0,02 und 0,10 des scheinbare Diffusionskoeffizienten. Vgl. weiter den Text S. [58]—[59] und [66]—[67].

Kurvan är en integralkurva till kurvan 4 och framställer totala mängderna av kolsyreöverskott eller syrebrist från ytan ned till olika djup. Medels hjälptabellen till vänster kan man för varje djup avläsa tid i timmar för engångsluftning ned till varje bestämt djup intill 1 m vid givet värde mellan 0,02 och 0,10 av den skenbara diffusionskoefficienten, eller ock, omvänt, värde å diffusionskoefficienten som måste antas för viss luftningshastighet.

Figur finden wir gleich mittels der Nebentafel links für 20 cm Tiefe und $k = 0{,}05$ $Z = {}^3/_4$ Stunde, für $k = 0{,}10$ $Z =$ zwischen 20 und 25 Minuten. Für 30 cm Tiefe findet man entsprechend $Z = {}^3/_4$ bis $1{}^1/_2$ Stunde u. s. w. Man kann auch die Tiefe ablesen, zu der eben während einer Stunde der Boden einmal durchlüftet wird. Man findet, mit den genannten k, 2,3 bezw. 3,5 dm.

Es ergibt sich also, dass für die oberflächliche, ein paar dm mächtige Schicht, die die biologisch wichtigste ist, die Diffusion imstande sein muss, dauernd eine Durchlüftung zu bewirken, die in der Regel die oben geforderte Normaldurchlüftung erreicht und übertrifft. Von den übrigen Faktoren könnten, wie wir uns erinnern, nur Temperaturunterschiede Boden-Luft und Wind als fähig angesehen werden, möglicherweise, unter besonders günstigen Umständen, lokal oder temporär, eine ergiebige Durchlüftung zu bewirken. Die Diffusion muss deshalb als der weitaus wichtigste unter den für die Bodenventilation in Frage kommenden Faktoren angesehen werden, ja für Waldböden dürfte man mit Sicherheit behaupten können, dass er der einzige ist, der ernstlich in Betracht kommt.

Geförderte Mengen. Wir wollen jetzt die absoluten geförderten Mengen betrachten, was zugleich gewissermassen eine willkommene Kontrolle des für die Diffusion günstigen, eben erlangten Resultats bietet.

An Hand der Kurven Fig. 2 und 4 kann man für die betreffenden Aktivitätsverteilungen folgende Fragen beantworten: Welche Mengen werden pro Zeiteinheit und durch die Einheit Porenquerschnitt an der Oberfläche befördert, wenn die p_- und p_+ in gegebener Tiefe gegebene Werte haben; und: welche Werte p_- und p_+ muss man in gegebener Tiefe annehmen, um auf eine gegebene Transportgeschwindigkeit durch die Oberfläche rechnen zu können? Das grösste Interesse knüpft sich an die Verhältnisse bei einer Aktivitätsverteilung, die den empirisch gefundenen Keimzahlkurven entspricht. Wir halten uns daher an die Kurve Fig. 4. Die Mengen, die durch 1 cm² Porenquerschnitt der Oberfläche pro Sekunde gefördert werden, sind k mal das dortige Gefälle pro cm in Atmosphären. Dieses Gefälle wird in der Fig. durch p/l dargestellt und die in verschiedenen Tiefen bei der gegebenen Aktivitätsverteilung zu erwartenden p_- bezw. p_+ durch die Ordinaten der Kurve. Wenn der Zahlenwert z. B. von p_+ in einer gegebenen Tiefe gegeben ist, ist also das Gefälle an der Oberfläche bestimmt. Zur Erleichterung der Rechnung sind in der Fig. 4 durch die Kurvenpunkte für jedes 10 cm Tiefe bis 1 m von Origo aus Geraden gezogen, und am Schnittpunkt dieser Geraden mit der Endordinate sind die Zahlen hingeschrieben, mit denen die Werte der p_- bezw. p_+ in den betreffenden Tiefen zu multiplizieren sind um das betreffende Gefälle an der Oberfläche pro cm zu erhalten. Um die CO_2-Mengen (in cm³ bei Atmosphärendruck) zu finden, die pro Sekunde durch 1 cm² Porenquerschnitt der Oberfläche befördert werden, bei einer Aktivitätsverteilung wie die angenommene und bei gegebenem p_+ in gegebener Tiefe, hat man also einfach so zu verfahren: Man sucht die Tiefe auf der Abszissenachse auf, geht gerade aufwärts bis zur Kurve, folgt der Geraden, die durch Origo und den gefundenen Kurvenpunkt geht, nach rechts bis zur Endordinate, und liest dort eine Zahl n ab; $k \cdot n \cdot p_+$ gibt dann die gesuchte Grösse. Umgekehrt findet man bei gegebener Beförderungsgeschwindigkeit an der Oberfläche (V cm³ pro cm² Porenquerschnitt und sek.) die Werte von p_+ in beliebigen Tiefen durch die Relation $p_+ = V/kn$. Oben (Kap. 5) haben wir für die in gewissen Fällen in minimo zu verlangende Förderung durch die Oberfläche eines produktiven Ackerlandes während des Hochsommers 7 lit. CO_2 pro m² Bodenfläche und Tag gefunden entsprechend 0,000008 cm³ pr cm² und sek. Die Berechnung ergibt, unter Annahme von 20 % Luftgehalt, folgende zu fordernde CO_2-Gehalte in Volumprozenten ($100\,p_+ + 0{,}03$):

	k = 0,05	k = 0,10
In 10 cm Tiefe	0,65 %	0,34 %
» 20 » »	1,01 »	0,52 »
» 30 » »	1,22 »	0,63 »
» 40 » »	1,36 »	0,69 »
» 50 » »	1,48 »	0,75 »
» 1 m »	1,75 »	0,89 »

Besonders die letzte Kolonne liefert durchaus annehmbare Werte. Das Mittel aus Russell & Appleyards Bestimmungen für gedüngtes Ackerland

mit Weizen (32 Bestimmungen, über das ganze Jahr verteilt) ist 0,5 % in 15 cm Tiefe (vgl. Tabelle I am Ende der Abhandlung).

Versuchen wir dann eine Berechnung in der umgekehrten Richtung, und wählen wir als Beispiel den Buchenwaldboden auf Hallands Väderö (vgl. oben Kap. 5). Wir hatten experimentell in 30 cm Tiefe 100 $p_+ = 0{,}33$, in 60 cm 0,39 gefunden. Mit $k = 0{,}05$ bekommen wir aus dem ersten Wert 0,000011, aus dem zweiten 0,000010 cm^3 CO_2 pro sek und cm^2 Porenquerschnitt, das macht pro Tag und m^2 Bodenfläche, unter Verwendung derselben Porositätsziffer (60 %), mit der wir oben rechneten, bezw. 5,7 und 5,2 lit. Wir hatten die Abgabe experimentell zu etwa 2,8 lit. pro Tag und m^2 Bodenfläche bestimmt, wir kommen also schon mit $k = 0{,}05$ bedeutend höher; mit $k = 0{,}10$, das offenbar genau die doppelten Werte gibt, würden wir sehr viel höher kommen. Nun ist ziemlich sicher 60 % Porosität sehr hoch gerechnet. Wir wählten diese hohe Ziffer oben, um sicher zu sein, nicht zu hoch für die zu fordernde Durchlüftung zu rechnen. Hier wirkt die reichliche Grösse der Ziffer dahin, die Leistungsfähigkeit der Diffusion in günstigem Licht erscheinen zu lassen. Wir wollen die Porosität berechnen, die anzunehmen wäre, um unter Festhalten an den übrigen Ziffern, die wir eben verwandten, zu einer stündlich geförderten CO_2-Menge von eben der Grösse 2,8 lit. zu kommen. Man findet bezw. 29 und 33 % mit $k = 0{,}05$, für $k = 0{,}10$ die Hälfte, also 15 %. Alles dies für eine Aktivitätsverteilung wie die nach Waksmans Keimzahlen. Rechnen wir in Anbetracht des gefundenen annähernd linearen Gefälles bis 30 cm mit Fall 1, nehmen wir also an, dass die gesamte Aktivität unterhalb 30 cm liegt — was zwar sehr unwahrscheinlich ist — so brauchen wir ungefähr die doppelten Werte für die Porosität, um der tatsächlichen Abgabe gerecht zu werden, brauchen also für $k = 0{,}05$ doch die 60 %.

Die Diffusion kann jedenfalls ganz gut für die tatsächlich beobachtete oder aus Erfahrungstatsachen erschlossene CO_2-Abgabe des Bodens verantwortlich gemacht werden.

Berechnungen über die absoluten Mengen, die durch die Diffusion gefördert angenommen werden können, sind vorher von Buckingham und Leather gemacht worden. Der erste rechnet zwei Beispiele durch an Hand beobachteter CO_2-Gehalte der Bodenluft und schätzt den zu erwartenden Transport durch Diffusion in dem einem Fall zu 0,1 bis 0,15, in dem anderen zu 0,04 Kubikfuss pro Quadratfuss Bodenfläche und Tag, d. h. in internationalem Mass im ersten Fall 30—46, im zweiten Fall 12 lit pro Tag und m^2 Bodenfläche. Die letzte Ziffer stimmt der Grössenordnung nach mit mehreren oben zitierten Ziffern überein. Die ersten sind sehr hoch; das rührt wahrscheinlich daher, dass der Verfasser mit einer reichlich grossen Porositätsziffer (und dabei gleichzeitig natürlich, auf seine Formel sich stützend, mit einem hohen k-Wert) gerechnet hat. Buckingham zeigt auch an Hand zweier Beispiele — die Zahlenwerte scheinen ziemlich unwahrscheinlich gewählt — die Möglichkeit, das umgekehrte Problem zu lösen, d. h., von einer gewissen Abgabe ausgehend, die zu erwartenden CO_2-Gehalte in verschiedenen Tiefen zu berechnen. Dabei lässt er immer das Gefälle linear sein wie in unserem Fall 1.

Leather (1915) vergleicht den Transport von CO_2 und O_2, den er aus Buckinghams Formeln berechnet, mit dem nach Atmungsversuchen an Bodenproben geforderten. Das Ergebnis war "that the carbon dioxide diffusing out of the soil is much about what one would anticipate from independent

evidence", und dass die berechneten Sauerstoffmengen reichlich den geforderten Betrag deckten. Im allgemeinen kommt LEATHER zu ausserordentlich hohen berechneten Mengen, bis 190 lit. O_2 und 39 lit. CO_2 pro Tag und m^2. Bemerkenswert ist, dass in diesen Böden (indischer Ackerboden) der Stickstoff fast so viel wie der Sauerstoff und in viel höherem Grad wie die Kohlensäure an der Diffusion beteiligt sein muss, indem teils die produzierten CO_2-Mengen weit hinter den aufgenommenen O_2-Mengen zurückbleiben, teils Stickstoff vom Boden produziert wird.

KAP. 8. Die Bodendurchlüftung als Diffusionsvorgang und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren.

Nachdem wir, allenfalls für Waldböden, zu dem Schluss gekommen sind, dass die normale Durchlüftung des Bodens im Wesentlichen durch Diffusion bewirkt wird, wollen wir als Abschluss der Betrachtungen über den Gasaustausch das Bild der Bodendurchlüftung als Diffusionsvorgang noch ein wenig vervollständigen, besonders uns überlegen, wie verschiedene Faktoren auf das Getriebe einwirken. Wir werden uns nach wie vor an Dauerzustände halten; am Ende dieses Abschnittes werden wir die Berechtigung dieser Vorgangsweise etwas besprechen.

Zunächst ein paar allgemeine Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen Gesamtaktivität, durch die Oberfläche geförderten Mengen und Werten p_- bezw. p_+ in gegebenen Tiefen. Im Dauerzustand ist natürlich die pro Zeiteinheit unter einer gewissen Bodenfläche produzierte Kohlensäuremenge minus dem eventuellen Verbrauch im Boden der nach oben geförderten Menge genau gleich, und ebenso entsprechen die nach unten geförderten Sauerstoffmengen genau dem effektiven Verbrauch im Boden. (Streng braucht dies ja doch nicht für jedes Flächenelement gelten; lokale Ausnahmen werden bei Inhomogenität des Bodens in horizontaler Richtung und seitlicher Stromrichtung der Diffusion vorkommen). Im Dauerzustand strömt weiter zu jedem Volumelement des Bodens pro Zeiteinheit genau so viel Sauerstoff als aufgebraucht wird, und davon wird genau so viel Kohlensäure weggeführt, als effektiv produziert wird. In einer Tiefe also, wo keine Aktivität mehr besteht, ist die Durchlüftung Null. Wenn im Boden von einer gewissen Tiefe an Gase weder produziert noch konsumiert werden, wird in allen grösseren Tiefen im Dauerzustand das Gefälle Null herrschen, d. h. von einer gewissen Tiefe ab werden die p_- und p_+ unveränderlich dieselben Werte haben. Dies Bild dürfte praktisch in den meisten Fällen zutreffen für die Schichten, die unter den biologisch aktiven liegen, denn der rein minerale Gasumsatz dürfte in der Regel gegen den durch die biologische Aktivität des Bodens hervorgerufenen verschwindend sein. Für die Kohlensäure ist eine Schätzung der bei der Verwitterung gebundenen und der durch das Wasser nach unten geführten Mengen möglich: 1) TAMM (1920 p. 234) hat schätzungsweise die pro m^2 norrländischen Waldbodens und Jahr aus der Bleicherde ausgelaugten Mengen der wichtigsten Stoffe berechnet; wenn man annimmt, dass sowohl Fe, Ca, Mg, Na und K als saure Karbonate wandern (was, nach freundlicher Angabe des Herrn Dozenten TAMM, viel zu hoch gerechnet ist), kommt man zu einer

erforderlichen CO_2-Menge pro Jahr und m^2 von 3,7 g = 2 lit. (15° C). Legt man noch dazu eine Menge für die zunächst rein physikalische Auflösung von CO_2 im heruntersickernden Regenwasser (jährlicher Niederschlag 500 mm = 500 lit. pro m^2 Fläche; für diese ganze Wassermenge werde angenommen, dass sie eindringt und sich mit einer Bodenluft mit 2 % CO_2 in Gleichgewicht setzt; macht etwa 10 lit.), so kommt man zu 12 lit. pro Jahr. 2) Aus den Flusswasseranalysen HOFMAN-BANGS (1905 p. 113) entnehme ich, dass die norrländische Byskeälv 0,23, die aus der kalkhaltigen Uplandshalbinsel kommende Fyriså 0,74 g CO_2 (freie + halbgebundene + gebundene) in 10 lit. führt. Das macht für 500 lit. bezw. 11,5 g = 6,1 lit. und 37 g = 20 lit. Die jährlichen Mengen sind somit von ungefähr der Grösse wie die täglich durch Gasdiffusion nach aufwärts beförderten Mengen, auch für die Fyriså, wo die gesamte CO_2-Menge gegen 4 Volumprozenten entspricht. Dass verhältnismässig sehr grosse Mengen CO_2 im Bodenwasser enthalten sind (vgl. LEATHER 1915) braucht also nicht einen bedeutenden Transport nach unten zu bedeuten. Dass mit einem Transport durch Diffusion nach unten im allgemeinen nicht zu rechnen ist, geht schon aus den CO_2-Bestimmungen in verschiedenen Tiefen hervor. Damit ein Diffusionsstrom nach unten überhaupt stattfände, müsste natürlich ein Gefälle in dieser Richtung vorhanden sein. Nun aber ist nach der Gesamtheit der Analysenzahlen eine Abnahme des CO_2-Gehaltes gegen die Tiefe ein seltener Ausnahmefall. Im allgemeinen wachsen die Werte in allen untersuchten Tiefen gegen die Tiefe zu, oder sie bleiben von einer gewissen Tiefe ab unverändert, wie es aus der Aktivitätsverteilung im Boden verständlich ist. RUSSELL & APPLEYARD z. B. fanden »keinen wesentlichen Unterschied» zwischen den CO_2-Gehalten in 6″ und in 18″ Tiefe, die p_+-Werte in der grösseren Tiefe waren jedoch grösser (um 13 % für »grassland», um 52 % für »dunged arable land», um 36 % für »unmanured arable land»). LEATHER findet an CO_2 »as much at 5 or 6 feet deep as in the surface soil». Der Verf. wundert sich darüber (p. 109), dass er nicht mehr CO_2 in der oberflächlichen Schicht fand, da »no doubt more carbon dioxide is formed in the latter». Dies wäre doch nur — als Dauerzustand — möglich, wenn die CO_2 nach unten entweichen könnte, ganz abgesehen von der Aktivitätsverteilung im Boden. Die Fälle, in denen ein ausgesprochenes Fallen der Werte p_- und p_+ mit wachsender Tiefe beobachtet worden ist, sind wahrscheinlich als Anomalien anzusprechen, die durch irgendeinen besonderen Umstand zu erklären sind. FLECK hat einen solchen Fall, J. MÖLLER einen anderen, die sich beide ungezwungen erklären lassen. FLECK (1873, 1874 a) bestimmte im Sandboden auf dem rechten Elbufer den CO_2-Gehalt in 2, 4 und 6 m Tiefe und fand im Durchschnitt etwas niedrigere Werte in der Tiefe. Nur 10 m von der Station, wo die Proben genommen wurden, fand sich aber (1873 p. 33) ein 20 m tiefer Brunnen, der wohl für die Sache verantwortlich zu machen ist. J. MÖLLER (1878, 1879) untersuchte den CO_2-Gehalt in Tiefen bis 2 m, teils in einem Wiesenboden, teils in verschiedenen Materialien, die in in demselben Wiesenboden gemachten Gruben von 4,5 m^2 Querschnitt eingefüllt waren. Dabei zeigte sich in den Gruben mit Lehm und Kalk, dass die CO_2 gegen die Tiefe abnahm, nicht aber so im natürlichen Wiesenboden. Auch dies erklärt sich ganz natürlich durch Diffusion seitwärts in den CO_2-ärmeren Wiesenboden.

Pufferwirkung der Tiefenschichten. Der Gasaustausch der oberfläch-

lichen, biologisch wichtigen Schichten mit den Tiefenschichten wird also im Dauerzustand verschwindend sein gegen den ergiebigen Gasaustausch mit der Atmosphäre. Bei jeder Änderung, die zu einem neuen Dauerzustand, mit anderen p_- und p_+, führt, wird aber ein Ausgleich bis zu den tiefsten lufthaltigen Tiefenschichten einsetzen. Mächtige lufthaltige Tiefenschichten werden so eine Art Pufferwirkung auf die p_- und p_+ der aktiven Schichten ausüben. Wenn z. B. durch Regen die Poren der Oberfläche vorübergehend zugestopft werden, so werden die aktiven Schichten eine zeitlang ihren O_2-Bedarf aus den Tiefenschichten decken, und die gebildete CO_2 wird in die Tiefe wandern, so dass die Werte p_- und p_+ lange nicht die Höhe erreichen werden, wie es sonst während der Absperrung der Fall gewesen wäre. Nachdem die Poren wieder wegsam geworden sind, werden umgekehrt die p_- und $p+$ langsamer als sonst bis an die normalen Werte zurückgehen.

Beteiligte Gase. Wir zitierten oben am Ende des Abschnittes Diffusion die Ergebnisse LEATHERS aus Indien, nach denen die CO_2-Abgabe des Bodens viel geringer als die Sauerstoffaufnahme und der N_2 an der Diffusion stark beteiligt war. Prinzipiell ähnlich scheinen die Verhältnisse ziemlich allgemein zu liegen, wenn auch im allgemeinen nicht so extrem. Man findet ziemlich durchgehend, dass die Summe der prozentischen O_2- und CO_2-Gehalte in der Bodenluft umso niedriger ausfällt, sich umso mehr von den 21 % der Atmosphäre entfernt, je mehr die Bodenluft in ihrer Zusammensetzung von der Atmosphäre abweicht. (vgl. z. B. die Bestimmungen von RUSSELL & APPLEYARD und meine eigenen unten). Es wächst also p_+ langsamer als p_- Dies beruht wohl zum Teil darauf, dass die CO_2 sich in dem Bodenwasser auflöst (die höchsten p_- und p_+ findet man besonders in nassem Boden), liegt aber wahrscheinlich auch daran, dass der respiratoriche Quotient der Bodenorganismen durchschnittlich unter 1 liegt. Was auch die Ursache sei, der Diffusionsstrom von CO_2 aufwärts ist aber also durchschnittlich schwächer als derjenige von O_2 abwärts. Die Verhältnisse können also nicht genau beschrieben werden durch die Annahme einer gleich starken Diffusion in verschiedener Richtung von CO_2 und O_2 durch 79 % N_2 hindurch. Der Stickstoff muss mehr oder weniger an der Diffusion mitbeteiligt sein, wenn auch im Boden nicht N_2 in Freiheit gesetzt wird. Jedoch ändert das an der zu erwartenden Leistungsfähigkeit der Diffusion wenig.

Aktivität und Gehalte. Zwischen der Gesamtaktivität und den Beträgen der p_- und p_+ in jeder beliebigen aber bestimmten Tiefe besteht im Dauerzustand, und wenn alles ausser der Gesamtaktivität (im besonderen auch die Aktivitätsverteilung) gleich bleibt, die einfache Beziehung, dass diese Grössen jener direkt proportional sind. Dabei darf die Aktivitätsverteilung jede beliebige aber bestimmte sein. Dieselbe Relation gilt zwischen Aktivität und $(O_2—)$ bezw. (CO_2+) bis zu einer gegebenen Tiefe. Es folgt dies unmittelbar aus den oben Fall 3 abgeleiteten Formeln oder den zugehörigen Kurven. Die p_- und p_+ sind durch die Ordinaten der Kurve $f(x)$ dargestellt, die für eine gegebene Tiefe x bei gegebener Aktivitätsverteilung in einem bestimmten geraden Verhältnis zu der Grösse p stehen. Die Gesamtaktivität ist aber auch dieser Grösse proportional. Die Integralfunktion $F(x)$ stellt ja für jeden Wert von x die Fläche der Kurve $f(x)$ bis zur Ordinate über x dar; diese Fläche wird offenbar n mal grösser, wenn alle Ordinaten der Kurve $f(x)$ n mal höher werden.

Verschieden lufthaltige Böden. Die ebengenannte Aktivität, mit der p_- und p_+ proportional variieren, ist ja pro Einheit des Porenquerschnittes gerechnet. Wenn also zwei Böden mit gleicher Aktivität, pro Einheit Bodenfläche gerechnet, verschiedenen Luftgehalt haben, so müssen, wenn sonst alles gleich ist, die sich einstellenden Werte p_- bezw. p_+ verschieden sein, und zwar werden sie sich umgekehrt proportional den Luftgehalten verhalten. Wenngleich also, wie wir oben fanden, der Durchlüftungseffekt, wie wir ihn aufgefasst haben, für verschieden poröse, homogen lufthaltige Böden der gleiche ist, sofern der Diffusionskoeffizient derselbe bleibt, so stellt sich die Sache anders, wenn man die zu fördernden Mengen pro Einheit Bodenquerschnitt betrachtet. Und das ist ja vom ökologischen Gesichtspunkt das Wichtige. Die unter einem m^2 Bodenfläche befindlichen Organismen atmen in der Zeiteinheit so und so viel; sie brauchen eine gewisse Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit, und das gebildete CO_2 muss weggeführt werden, damit eine schädliche Anhäufung nicht entsteht. Das ökologische Problem ist dann ein doppeltes: 1) Welche Werte p_- und p_+ müssen sich einstellen, um eine genügend effektive Förderung herbeizuführen, oder, was dasselbe ist: welche Werte stellen sich im Dauerzustand ein? Und 2) Sind diese Werte den Organismen erträglich oder nicht?

Inhomogene Böden. Bisher haben wir den Boden stets als homogen lufthaltig angenommen. Die in der Natur häufig vorkommende, vorübergehende oder dauernde, Porositätsverminderung der oberflächlichen Schicht macht es nötig, die Verhältnisse bei derartiger Inhomogenität zu untersuchen. Eine vorübergehende Verminderung des Luftgehalts an der Oberfläche wird öfters durch Regen verursacht, eine dauernde z. B. durch Walzen eines Ackerbodens. Umgekehrt kommt es oft vor, dass die oberflächliche Schicht poröser als die unteren ist oder durch landwirtschaftliche Massnahmen gemacht wird.

In Fig. 6 ist das Resultat einer Porositätsverminderung auf $^1/_5$ der ursprünglichen dargestellt, die $^1/_5$ der ganzen Tiefe l der aktiven Schicht betroffen hat. Die angenommene Aktivitätsverteilung ist diejenige, die dem ersten Beispiel unter Fall 3 oben zugrunde lag, also ein lineäres Fallen der Aktivität von der Tiefe o bis zur Tiefe l. Die Kurve a stellt die Kurve von p_- bezw. p_+ dar, die in einem homogenen Boden sich einstellt. Wird aber die Porosität zwischen o und $l/5$ gleichmässig auf $^1/_5$ herabgesetzt, und bleibt sonst alles gleich, werden sich die neuen p_- bezw. p_+, die durch die gebrochene Kurve b dargestellt sind, einstellen. Für alle Punkte zwischen $x=0$ und $x=l/5$ sind die Ordinaten die 5-fachen gegen früher, für alle Punkte $x > l/5$ sind die Ordinaten die alten plus einem konstanten Wert gleich der neuen Ordinate bei $x=l/5$. In der Tiefe l werden, wie man sieht, nunmehr fast dieselben p_- bezw. p_+ herrschen, wie wenn die gesamte Aktivität unterhalb l läge und die ursprüngliche Porosität gleichmässig bestände, und in allen Tiefen grösser als l werden im Dauerzustand etwa dreimal so hohe Werte p_- und p_+ bestehen wie zuvor.

Eine gleichmässige Porositätsverminderung innerhalb einer Schicht, die dann unvermittelt von einer anderen Schicht mit anderer, aber wiederum gleichmässiger Porosität abgelöst wird, kommt natürlich in der Natur kaum vor, sondern der Übergang ist allmählich. Es ist ein rein mathematisches Problem, das keine besonderen Schwierigkeiten macht, auch solche Fälle zu behandeln. Die Kurve ist so zu ziehen, dass das Gefälle, d. h. ihre Neigung, ihre Derivate,

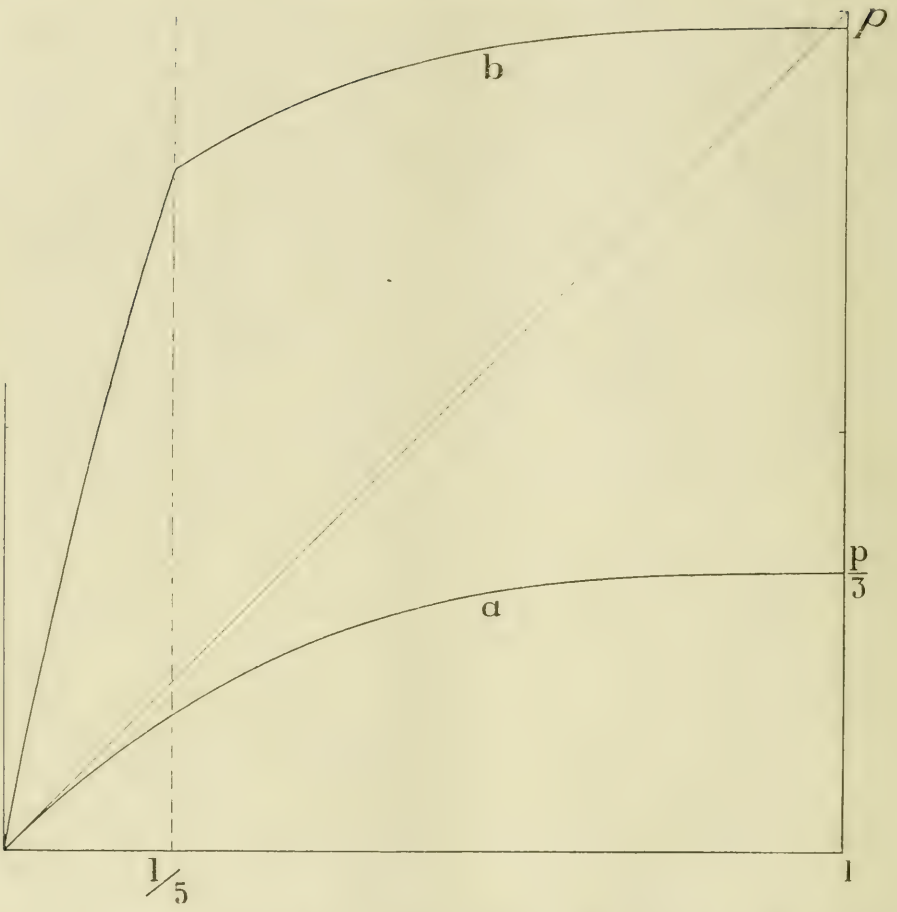


Fig. 6. Gehaltkurven für den Fall 3, erstes Beispiel, einmal (*a*) unter Annahme eines homogen lufthaltigen Bodens, und dann (*b*) wenn der Luftgehalt in der obersten Schicht bis zur Tiefe $l/5$ auf $^1/_5$ der vorigen erniedrigt worden ist. Durch ein Versehen ist das p in $p/3$ nicht kursiv gezeichnet worden.

Kurvan *a* framställer kolsyreöverskott eller syredeficit på olika djup, som böra inställa sig i homogent lufthaltig mark, om aktiviteten sjunker lineärt från ytan till o å djupet l. Kurvan *b* är motsvarande kurva, representerande de förhållanden som inträda, om lufthalten i det översta skiktet ned till djupet $l/5$ nedsättes till $^1/_5$ av den gamla.

in jedem Punkt gegen früher proportional der Porositätserniedrigung erhöht ist.

Wasser im Boden. Es ist klar, dass eine Porositätserniedrigung auch einer sehr dünnen Schicht eine Erhöhung der p_- und p_+ in allen Tiefen darunter bewirken muss. Nach vollständiger Verstopfung der Poren der Oberflächenschicht werden die p_- und p_+ bis zu den höchsten denkbaren Werten ansteigen können, falls die Aktivität fortdauert. Eine Füllung der Diffusionsräume mit Wasser wird, wie schon oben bemerkt, die Diffusion in den betreffenden Räumen auf etwa $1/10000$ des normalen Betrages herabdrücken,

entsprechend dem niedrigen Wert des Diffusionskoeffizienten in Wasser. Tatsächlich hat man vielfach einen sehr ausgesprochenen Einfluss des Wassers im Boden auf den CO_2- und O_2-Gehalt der Bodenluft bemerkt. Die höchsten CO_2- und niedrigsten O_2-Gehalte, die überhaupt in Bodenluft beobachtet worden sind, hat man (abgesehen von den Extremziffern Mangins von Boden unter Asphaltbelag in den Pariser Boulevarden) an Lokalitäten wie Reisfeldern (Harrison & Aiyer), »waterlogged soil» (Russell & Appleyard) gefunden (vgl. Tab. I). »In our experience the oxygen falls very low only in waterlogged soils», sagen die letztgenannten Autoren (1915 p. 8). Das stimmt sehr gut mit meinen eigenen Beobachtungen überein (siehe unten). Man hat auch vielfach gefunden, dass der Regen einen vorübergehenden Einfluss in derselben Richtung ausübt. Fodor (1882) findet, dass von 165 Analysen, die an Regentagen vorgenommen wurden, 97 eine Steigerung der CO_2 gegen vorher, 15 »keine Änderung» und 53 eine Abnahme zeigten. Wenn man die merkwürdige Klasse keine Änderung entzwei schlägt, bekommt man 104,5 Fälle +, 60,5 —. Das macht für Steigerung eine Wahrscheinlichkeit von $0{,}633 \pm 0{,}038$. Die Differenz $0{,}633 - 0{,}5 = 0{,}133$ ist mit dem mittleren Fehler 0,038 zwar unsicher, jedoch wahrscheinlich wirklich. Fodor glaubt aus seinen Analysenserien herauslesen zu können, dass die Wirkung des Regens eine dreifache ist: erstens eine Erhöhung der CO_2 infolge Verstopfung der Poren; dann eine Erniedrigung infolge Absorption von CO_2; endlich nach einigen Tagen eine neue Steigerung infolge erhöhter Aktivität im Boden. Russell & Appleyard finden in ziemlicher Übereinstimmung mit Fodor, dass unmittelbar nach dem Regen bisweilen, aber nicht immer, der CO_2-Gehalt fällt, um bald nachher höher als früher zu steigen. Die Verfasser finden eine deutliche Korrelation zwischen dem Regenfall in den 7 Tagen vor der Probenahme und dem CO_2- und O_2-Gehalt. Zu diesem Resultat tragen wohl sowohl Porositätserniedrigung wie Aktivitätssteigerung bei. Gaarder & Hagem (1921) finden auch eine deutliche Steigerung des CO_2-Gehalts und des O_2-Defizits in regnerischen Perioden.

Der Regen muss, wie Wasser im Boden überhaupt, jedenfalls als überwiegend steigernd auf p_- und p_+ einwirkend angesehen werden. Die schnell vorübergehende Erniedrigung des CO_2-Gehalts, die man bisweilen zu finden geglaubt hat, wäre einigermassen verständlich nach einem kühlen Regen, der gleichzeitig die Produktion erniedrigt. Wasser löst bekanntlich CO_2 bei gewöhnlicher Temperatur nur ungefähr so viel, dass ebenso viel in Lösung geht als in der verdrängten Bodenluft vorhanden war; der betreffende Effekt des eindringenden Regens entspräche also ungefähr demjenigen des Eindringens eines gleichen Volumens atmosphärischer Luft. Das ist also sehr unbedeutend (vgl. oben unter C. Wasser). Ein vorher trockener Boden kann aber durch Befeuchtung instandgesetzt werden CO_2 zu absorbieren, wie schon Fodor experimentell zeigte (1881 p. 42—43). Für O_2 in Wasser ist der Löslichkeitskoeffizient bei gewöhnlicher Temperatur nur $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ desjenigen für CO_2. In den Boden eindringendes Regenwasser, das mit der atmosphärischen Luft in Gleichgewicht steht, enthält also nur soviel Sauerstoff wie ein gleiches Luftvolum mit 0,6 bis 0,9 % O_2 und gewährt demnach für den Boden einen Gewinn an Sauerstoff nur dann, wenn die verdrängte Luft weniger als diese Beträge enthielt, während gleichzeitig die Diffusion in den wassergefüllten Räumen praktisch sistiert wird. Zwar für die lokalen Zentren

von Sauerstoffmangel, die auch in einem gutdurchlüfteten Boden vorkommen (vgl. die beiden Bodenatmosphären Russells & Applevards, 1915) wird das Wasser augenblicklich eine bessere Sauerstoffzufuhr bewirken z. B. für alle schon vorher wassergefüllten Räume.

Lehm- und Tonböden. Ausser in nassen Böden ist die Durchlüftung, wie wir schon oben gesehen, in oder unter einer Schicht dichten, rissfreien Lehmes oder Tons sehr erschwert. In derselben Weise wird auch ein Verschlämmen der Poren der Oberfläche mit feinstem Material wirken können, auch wenn die Porosität nach dem Austrocknen gross genug wäre, denn in diesem Fall handelt es sich, wie wir uns erinnern, um eine Herabsetzung des scheinbaren Diffusionskoeffizienten infolge der extremen Kleinheit der Porendimensionen.

Luftdruck und Temperatur. Zuletzt haben wir den Einfluss von Luftdruck- und Temperaturschwankungen auf den Gasaustausch durch Diffusion zu besprechen. Wie oben bemerkt, variiert die Diffusionsgeschwindigkeit umgekehrt proportional dem Druck und etwa direkt proportional dem Quadrat der absoluten Temperatur. Dies gilt, wenn die diffundierten Mengen in Masseneinheiten gerechnet werden und das Gefälle als Gefälle der Konzentration d. h. der Masse in der Volumeinheit. Bei Versuchen über Diffusion pflegt man die diffundierten Mengen in auf 1 Atm. Druck, nicht aber auf Normaltemperatur reduzierte Volumina zu rechnen, und das Gefälle als Partialdruckgefälle (in Atm.). Man bekommt natürlich auch dann die gleiche Abhängigkeit. Wenn aber die diffundierten Mengen als Massen gerechnet werden und das Gefälle als Partialdruckgefälle, wird die Diffusion bei gleichem so definierten Gefälle nicht annähernd proportional dem Quadrat, sondern annähernd einfach der absoluten Temperatur proportional variieren. Ökologisch ist wohl dies die richtigste Berechnungsweise. Denn was physiologisch eine Rolle spielt, ist wahrscheinlich der Partialdruck, und was uns interessiert, ist der Partialdruck, der sich in gegebener Tiefe einstellen muss, um eine der Produktion bezw. Konsumtion entsprechende Masse in der Zeiteinheit zu befördern. Was man bei Bodenluftanalysen bestimmt, ist aber nicht der Partialdruck in Atmosphären, sondern die volumprozentische Zusammensetzung, d. h. der Partialdruck in Prozenten des herrschenden Gesamtdrucks, und so ist der Hinweis am Platze, dass bei so gemessenem Gefälle die Diffusion nicht umgekehrt proportional dem Druck ist, sondern von ihm unabhängig. Somit werden sich p_- und p_+ bei gleichbleibender Produktion nicht mit dem Luftdruck ändern. Eine Temperaturabhängigkeit bleibt aber bestehen, wenn auch nur gerade, nicht quadratisch. Bei einer Temperatursteigerung von 0° auf 10° wird die Diffusion in Masseneinheiten, bei gleichem Gefälle in Druckeinheiten, um 3,7 % lebhafter werden, und bei einer Steigerung von 10° auf 20° um 3,5 %. Bei gleichbleibender Produktion würden also p_- und p_+ bei Steigerung der Temperatur um 10° einige Prozente niedriger. Nun hat aber die biologische Aktivität im Boden eine viel grössere Temperaturabhängigkeit. Sie wird rein physiologisch etwa wie die chemischen Reaktionen 2 bis 3 mal beschleunigt bei einer Temperaturerhöhung von 10°, ökologisch unter Umständen noch mehr. Das wirkliche Resultat einer Temperaturerhöhung wird also eine Steigerung der p_- und p_+ sein, was man auch tatsächlich beobachtet.

Änderung der Aktivitätsverteilung durch Temperatur. Eine ungleichmässige Temperaturerhöhung wird eine Änderung der Aktivitätsverteilung bewirken. Eine Erwärmung der oberflächlichen Schicht z. B. wird,

so lange die Feuchtigkeit ausreichend ist, eine Atmungssteigerung in dieser Schicht bewirken, ein grösserer Teil der Aktivität als zuvor wird also ganz nahe der Oberfläche lokalisiert sein. Es entsteht also eine günstigere Aktivitätsverteilung, wenn dies aber so geschieht, dass die Aktivität überall unverändert bleibt ausser in der erwärmten Schicht, wo sie erhöht ist, so muss dadurch durchweg eine Erhöhung der p_- und p_+ eintreten; diese ist nach den oben angegebenen Prinzipien zu berechnen, wenn die Daten bekannt sind. Unterhalb der erwärmten Schicht sind die p_- und p_+ überall um einen konstanten Wert erhöht, gleich der Differenz der neuen und alten p_- bezw. p_+ auf der Grenze zur erwärmten Schicht. Z. B. für eine Aktivitätsverteilung wie im ersten Beispiel oben Fall 3 (linear fallend), wenn die obere Hälfte der aktiven Schicht derart erwärmt wird, dass die Aktivität an der Oberfläche die doppelte gegen früher ist und dann allmählich linear fällt bis zum alten Wert bei $l/2$, bekommt man eine Erhöhung von p_- und p_+ in der Tiefe $l/2$ von $2/7$ des alten Werts und unterhalb dieser Tiefe überall ebendiese konstante Erhöhung. Wenn also in einem konkreten Fall $l = 40$ cm und der alte Wert p_+ in dieser Tiefe 1 % ist, entsprechend $7/8$ % in der Tiefe $l/2 = 20$ cm, so werden die neuen p_+: in 20 cm $1^1/_8$ %, in 40 cm $1^1/_4$ %. Bei dieser Berechnung wurde der kleinen Änderung des Diffusionskoeffizienten infolge der Temperaturänderung nicht Rechnung getragen. Dies wäre zwar auch möglich, würde aber die Sache ohne entsprechenden Gewinn komplizieren.

Tägliche Schwankung. Der Umstand, dass eine Aktivitätssteigerung einer oberflächlichen Schicht z. B. infolge Erwärmung die p_- und p_+ aller darunter lagernden Schichten erhöhen muss, ist ja nach unseren Auseinandersetzungen selbstverständlich, verdient aber besonders bemerkt zu werden, weil wahrscheinlich die schnellen Schwankungen in der Zusammensetzung der Bodenluft zum grossen Teil in solcher Weise zu erklären sind. Die schnellen Schwankungen hat man sonst allgemein, im Gegensatz zu den jahreszeitlichen, durch Variationen in der Wirksamkeit der durchlüftenden Faktoren erklären zu müssen geglaubt. Fodor (1882 p. 132) sagt über die täglichen Schwankungen: »Daran ist einmal gar nicht zu denken, dass auch diese Schwankung von unaufhörlichen Modifikationen des Zersetzungsprozesses herrührte». Im Gegenteil hätte man an Variationen in den durchlüftenden Faktoren wie Wind, Luftdruck u. s. w. zu denken. Russell & Applevard (1915 p. 33) sagen über denselben Gegenstand, dass die »minor fluctuations probably not associated with the production but only with variations in the agencies causing loss» sind. Dazu möchte ich bemerken, dass die Annahme, die wir eben machten, nämlich eine Aktivitätssteigerung auf das Doppelte an der Oberfläche, die gegen die Tiefe linear abklingt, um in 20 cm Tiefe Null zu werden, einer Temperaturamplitude von weniger als 10° an der Oberfläche entspricht, die in 20 cm Tiefe ganz ausgeklungen ist. Es sind dies Ziffern, die bei der täglichen Temperaturvariation im Boden auf dem freien Felde oft vorkommen und übertroffen werden. Eine solche Temperaturvariation würde aber, wie wir gesehen haben, eine Schwankung der p_- und p_+ von etwa 29 % des Minimums in 20 cm Tiefe und von 25 % in 40 cm und grösseren Tiefen verursachen können. Entsprechende Aktivitätssteigerungen können natürlich durch Niederschlag in einem ausgetrockneten Boden verursacht werden, und dieser Effekt wird sich zu den vorher erwähnten Wirkungen

des Regens addieren. Übrigens hat KOPELOFF (1916) bei Kulturversuchen mit bodenbewohnenden Pilzarten eigentümliche, anscheinend ganz autonome Schwankungen der Aktivität (Ammoniakproduktion) von sehr grosser Amplitude mit Maximum jeden zweiten Tag gefunden.

Gemessene Gehalte. Der Vollständigkeit halber seien hier zuletzt ein paar Worte dem Zusammenhang zwischen den Werten p_- bezw. p_+ und den gemessenen Gehalten in der Bodenluft gewidmet. Im allgemeinen werden die Gehalte sehr nahe $(21—100 \,.\, p_-)$ % bezw. $(100 \,.\, p_+ + 0{,}03)$ % sein. Der O_2-Gehalt der Atmosphäre scheint sehr wenig zu variieren. Die Schwankung des CO_2-Gehalts ist zwar prozentuell bedeutend, die absoluten Beträge der Schwankung jedoch wohl immer im Vergleich mit den Gehalten in der Bodenluft gering. Immerhin hat MC LEAN (1919) im tropischen Regenwald (Brasilien) die enormen Werte von 0,14 und 0,34 % (abends bezw. morgens; Windstille; nur diese zwei Bestimmungen) gefunden. Es sind aber dies meines Wissens durchaus Extremwerte. Wenn der CO_2-Gehalt der untersten Schicht der Atmosphäre von dem normalen, 0,03 %, auf den höchsten Wert MC LEANS erhöht wird, so werden sich offenbar die CO_2-Gehalte in der Bodenluft in allen Tiefen um den konstanten Wert 0,31 % erhöhen müssen, wenn sonst alles gleich bleibt. Dass solche hohen CO_2-Werte wie die zitierten oder noch höhere sich nicht öfters in der freien Luft an der Bodenoberfläche einstellen, liegt natürlich nicht wenig an der regen Zirkulation der Atmosphäre, und somit wird der Wind in dieser Hinsicht für die Bodendurchlüftung von Bedeutung sein.

Abweichungen vom Dauerzustand. Wir haben jetzt den zu erwartenden Einfluss verschiedener Faktoren auf die Bodendurchlüftung durch Diffusion geprüft und gefunden, dass durchgehend die Verhältnisse sich sogar ziemlich einfach berechnen lassen. Eine Schwäche unserer Ausführungen könnte man darin finden, dass wir nur Dauerzustände betrachtet haben, obwohl, wie schon oben hervorgehoben, solche kaum je in der Natur vorkommen dürften, wo alles von Tag zu Tag und von Stunde zu Stunde wechselt. Wir wollen daher hier an letzter Stelle eine kleine Apologie für unser Vorgehen versuchen. Zunächst kann behauptet werden, dass es nicht einzusehen ist, dass die Diffusion wesentlich mehr oder weniger leisten würde als berechnet, auch wenn die Verhältnisse unter steten kleinen Änderungen hin und her um einen Dauerzustand schwanken; die Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit vom Gefälle ist ja eine einfache Proportionalität. Die grossen Änderungen des Gleichgewichts werden vornehmlich durch vorübergehendes Verstopfen der Poren der Oberfläche mit Wasser verursacht sein. Die Verhältnisse unter solchen Umständen haben wir oben diskutiert und auf die Pufferwirkung der Tiefenschichten aufmerksam gemacht. Die normale tägliche Schwankung in der Zusammensetzung der Bodenluft beträgt nach FODORS Serien während gewisser Perioden nur etwa 5 % von Tag zu Tag, bisweilen erreichte aber die Änderung 45 % von einem Tag zum andern. Wenn die letzte Änderung sich auf 24 Stunden verteilt, wird die Änderung pro Stunde etwa 2 %. Da, wie wir oben gefunden haben, bei der normalen Diffusion stündlich Mengen durch die Oberfläche gefördert werden, die dem $(O_2 —)$ und dem $(CO_2 +)$ bis zu einer Tiefe von ein paar dm entsprechen, also etwa in einer Minute 2 % dieser Mengen, so dürfte man annehmen können, dass für die oberen paar dm die Abweichungen vom Dauerzustand

auch bei solch schneller Änderung unbedeutend sein werden. Falls tiefere Schichten vorhanden sind, werden diese aber nachhinken. Der bemerkenswerteste Einfluss der nachhinkenden unteren Schichten auf die Verhältnisse in der aktiven Schicht wird der sein, dass bei sinkender Aktivität die Kurven der p_- und p_+ in der aktiven Schicht sich mehr der linearen Gestalt für Fall 1 oben nähern werden als der Aktivitätsverteilung entspricht. Bei steigender Aktivität wird umgekehrt eine Kurvenform erhalten, die einer günstigeren Aktivitätsverteilung als der wirklichen entspricht.

* * *

Zusammenfassung. Wir können die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchung über den Mechanismus der Bodenventilation in folgende Punkte zusammenfassen:

1) Die Bodenventilation wird in natürlichen Böden vornehmlich, in Waldböden praktisch ausschliesslich durch Diffusion bewirkt.

2) Die Durchlüftung und die in gegebenen Tiefen sich einstellenden Werte des relativen CO_2-Überschusses p_+ und O_2-Defizites p_- sind in erster Linie von der Aktivität und der Aktivitätsverteilung im Boden sowie von dessen luftgefülltem Porenvolum (Luftgehalt) abhängig. Den letzten Punkt betreffend ist nicht der durchschnittliche Luftgehalt, sondern vor allem derjenige der oberflächlichen Schicht entscheidend.

3) Wenn sonst alles gleich ist, im besonderen auch die Aktivitätsverteilung, sind die sich in gegebener Tiefe einstellenden Werte p_- und p_+ direkt einfach proportional der Aktivität.

4) Wenn die Gesamt-Aktivität in verchiedenen Böden mit gleichem Luftgehalt gleich ist, die Aktivitätsverteilung jedoch verschieden, so sind die sich einstellenden p_- und p_+ in allen Tiefen am niedrigsten in dem Boden, wo die Aktivität am meisten gegen die Oberfläche zu angehäuft ist.

5) In homogen lufthaltigen Böden mit gleicher Aktivität und Aktivitätsverteilung sind die in gleichen Tiefen sich einstellenden p_- und p_+ umgekehrt proportional dem Luftgehalt des betreffenden Bodens. Dies gilt für jede beliebige Tiefe.

6) Die Korngrösse des Bodens spielt eine sehr untergeordnete Rolle, sofern sie nicht eine gewisse Minimalgrösse untersteigt. Eine Schicht kompakten Lehms oder Tons setzt aber die Durchlüftung ausserordentlich herab (z. B. zu etwa $^1/_{100}$ der normalen).

7) Verstopfung der Poren mit Wasser setzt die Durchlüftung durch die verstopften Räume zu etwa $^1/_{10000}$ der normalen herab.

8) Die Aktivität und der Luftgehalt der oberflächlichen Schichten beeinflussen die p_- und p_+ sämtlicher darunter lagernden Schichten. Eine teilweise Verstopfung der Poren der Oberfläche oder eine gesteigerte Aktivität einer Schicht nahe unter der Oberfläche genügen also, um die p_- und p_+ in allen unteren Schichten zu erhöhen. Umgekehrt beeinflusst die Aktivität der unteren Schichten die p_- und p_+ der darüber lagernden.

9) Bei beliebiger aber bekannter Aktivität, Aktivitätsverteilung und Luftgehalt in verschiedenen Tiefen sind für jede beliebige Tiefe die sich einstellenden p_- und p_+ annähernd zu berechnen (wenn es sich nicht um extrem feinkörnige Böden handelt, wo man über den k-Wert im Ungewissen ist). Umgekehrt kann bei gegebenen p_- und p_+ und Kenntniss der übrigen genannten Daten ausser einem das fehlende annähernd berechnet werden.

Teil III. Die ökologische Bedeutung eines Sauerstoffdefizits und eines Kohlensäureüberschusses im Boden.

Kap. 9. Einige experimentelle Daten.

Der O_2-Bedarf der Wurzeln ist der ökologische Ausdruck dafür, dass die Wurzeln atmen, d. h. O_2 verbrauchen. An die ökologische Seite dieser seit Ingenhousz bekannten Tatsache hat schon Saussure gedacht und auch schon an Pflänzchen von Rosskastanie experimentell den Sauerstoffbedarf der Wurzeln nachgewiesen. Auch er fand schon, dass CO_2 nicht nur durch Verdrängung des O_2 schädlich wirkte, sondern noch eine spezielle Giftwirkung ausübte; damit übereinstimmend fand er, dass schon 8 % CO_2 in der Luft die Keimung von Samen hemmte, und glaubte zu finden, dass Samen in Humus langsamer keimten als in Sand oder zwischen feuchten Schwämmen, was er der CO_2-Produktion seitens des Humus zuschrieb.

Kritische Konzentrationen. Dass die Wurzeln und Bodenorganismen Sauerstoff brauchen und dass CO_2 in gewissen Konzentrationen schädlich wirken kann, genügt aber nicht, die Bodenventilation zu einem ökologischen Faktor zu machen. Das ökologische Problem ist dies: Spielen die im Boden, in den biologisch wichtigen Schichten, wirklich vorkommenden Werte von O_2-Defizit und CO_2-Überschuss eine Rolle für das Gedeihen oder Nicht-Gedeihen der betreffenden Organismen? Kommt es vor, dass die kritischen Werte überschritten werden? Sind beträchtliche spezifische Differenzen in der Toleranz verschiedener Formen vorhanden, und berechtigen ihre Grösse und die Lage der kritischen Punkte zu der Annahme, dass die Bodenventilation als Standortsfaktor in Frage kommt?

Zur Orientierung über diese Fragen sind in den Tab. IX—X (p. [81]—[86]) nach der Literatur experimentell gefundene kritische O_2- und CO_2-Konzentrationen zusammengestellt. Die Tabellen erstreben eine relative Vollständigkeit, jedoch sind kritische übernormale O_2-Konzentrationen, die in der Natur kaum eine Rolle spielen, nicht mitgenommen. Man findet zunächst, dass sehr bedeutende spezifische Differenzen vorkommen. Wenn man die niedrigeren wirksamen O_2-Defizit- und CO_2-Werte überblickt, neigt man zu dem Schluss, dass bei dem Vorkommen eines O_2-Defizits und eines CO_2-Überschusses von je ein paar % eher dieses als jenes gefährlich ist. Die CO_2, dieser nächst dem Wasser wichtigste Nährstoff der Pflanzen, hat sich mehrfach schon in ziemlich geringen Konzentrationen als giftig erwiesen, während die meisten Lebensprozesse der Pflanzen innerhalb ziemlich weiter Grenzen von der O_2-Konzentration unabhängig normal verlaufen.

Bei der ökologischen Deutung von Laboratoriumstatsachen muss man aber daran denken, dass auch der Zeitfaktor eine grosse, ja entscheidende Rolle spielen kann, und also Abweichungen von dem Normalen von einer Grösse, die im Laboratoriumsexperiment nicht genügt, um eine bemerkbare Einwirkung hervorzurufen, in der Natur bei längerer Einwirkung von einschneidender Bedeutung sein können. Zur Demonstration braucht nur darauf hingewiesen zu werden, dass Kulturversuche im allgemeinen so schwierig sind. Es hängt

dies eben damit zusammen, dass im Kulturversuch alle unsere Unkenntnis von den Bedürfnissen der Pflanze, alle unsere kleinen Missgriffe, die in einem kurzdauernden Versuch nicht oder kaum stören, sich auf die Dauer zu einem Resultat summieren, das oft den Tod der Pflanze bedeutet. Die grosse Bedeutung des Zeitfaktors geht teilweise schon aus den Tabellen IX und X hervor.

Im speziellen haben uns betreffend den O_2-Bedarf der Wurzeln u. s. w. physiologische Versuche gelehrt, dass bei geringerem O_2-Druck die Atmung, als CO_2-Abgabe gemessen, zunächst zwar sehr wenig oder gar nicht abnimmt, jedoch nicht mehr normal verläuft, indem sie ganz oder teilweise in sog. intramolekulärer Atmung besteht, bei der Alkohol und andere Produkte entstehen, die auf die Dauer schädliche Konzentrationen erreichen und Vergiftung hervorrufen.

Die "zwei Atmosphären" des Bodens; Aërotropismus. Bei der ökologischen Beurteilung der in Bodenluft beobachteten O_2- und CO_2-Gehalte muss man auch daran denken, dass man nach Russell & Appleyard von zwei Atmosphären im Boden sprechen kann, einer sauerstoffreichen und CO_2-armen, welche die Bodenluftanalysen betreffen, und einer bedeutend O_2-ärmeren und CO_2-reicheren, die im Boden gelöst und sorbiert ist. Dass auch in einem gutdurchlüfteten Boden lokale Zentren von O_2-Mangel vorkommen, erhellt schon daraus, dass Anaëroben wie der Tetanusbazillus z. B. in Gartenerde vorkommen. Andererseits haben die bodenbewohnenden Organismen und Organe vielfach die Fähigkeit, die ihnen am meisten zusagenden Konzentrationen aufzusuchen. Wohlbekannt ist die Aërotaxis der Bakterien u. s. w. Betreffend die entsprechende Reizbarkeit der Wurzeln sind zwar die Erfahrungen ein wenig kontrovers, und teilweise stehen Resultate gegen Resultate (vgl. Bennet, Sammet). An der Existenz eines Aërotropismus bei Wurzeln braucht man jedoch nach den Versuchen von Molisch, Ewart, Polowzow und Clements kaum zu zweifeln; dabei scheint zwar vorläufig unentschieden, ob die Krümmungen positive Reaktionen auf O_2 oder negative auf CO_2 oder andere Giftstoffe sind; diese Frage ist aber biologisch von untergeordneter Bedeutung. Biologisch interessant ist dagegen, dass deutliche Krümmungen nur bei hochgradigem O_2-Mangel (in Wasser, in wassergesättigter Erde, in einer Bodenatmosphäre von fast reinem N_2 oder H_2) zutage getreten sind (ausser in den Versuchen Sammets).

Spezifische Differenzen. Der wichtigste Schluss, den man aus den Daten Tab. IX und X ziehen kann, ist der, dass grosse spezifische Differenzen zwischen verschiedenen Pflanzen — auch zwischen zu demselben biologischen Typ gehörigen — vorkommen. Die absoluten Ziffern, die an sich ökologisch wenig interessieren, da sie fast durchgehend Pflanzen wie Mais, Gartenbohnen u. s. w. betreffen, deuten immerhin darauf hin, dass auch für Pflanzen mit sehr O_2-bedürftigem Wurzelsystem ein CO_2-Überschuss oder ein O_2-Defizit von weniger als ein paar % nicht schadet.

Zur weiteren Demonstration von den spezifischen Differenzen werden eine Reihe von mehr qualitativ ausgeführten Versuchen referiert, die deutliche Differenzen zeigten zwischen verschiedenen Getreide- (Jentys) und Gemüsearten (Noyes), sowie zwischen verschiedenen wilden Pflanzen, auch zwischen solchen, die zusammen vorkommen (Cannon). Auffallende Differenzen haben sich zwischen Wasserpflanzen und Landpflanzen gezeigt (Babcock, Bergman 1920, Kraus,

GLÜCK). Differenzen zwischen zwei biologisch wie systematisch nahestehenden Arten scheinen die Resultate THATCHERS an *Salix pentandra*, verglichen mit den an der speziellen vielerforschten aber namenlosen *Salix*-Art der Carnegie-institution (vgl. Tab. IX und X) gewonnenen, zu ergeben.

Bei einer und derselben Pflanze können verschiedene Funktionen bei verschiedenen Konzentrationen gestört werden (vgl. CHAPIN in Tab. X), und verschieden alte Organe zeigen nach CANNON 1917 verschiedene Toleranz.

Akute Wirkung einer Herabsetzung des Gasaustauschs. Eine Funktion der Wurzel, deren Nachlassen sehr bald verhängnisvoll für die ganze Pflanze wird, ist die Wasseraufnahme. Es hat sich nun gezeigt, dass eine genügend starke Hemmung der O_2-Zufuhr an O_2-bedürftige Wurzelsysteme sowohl die aktive Wasseraufnahme seitens der Wurzeln wie die Wasserfiltration durch die Wurzeln hindurch ausserordentlich erschwert (WIELER, CHAMBERLAIN, JOST 1916), so dass nach mehr oder weniger starkem Entzug von O_2 der Transpirationsstrom versiegt und die oberirdischen Teile welken (FREE & LIVINGSTON, LIVINGSTON & FREE, BERGMAN 1920). Auch eine allzustarke CO_2-Konzentration erschwert den Wassertransport (KOSAROFF).

Wasserkulturen. Das schlechte Gedeihen vieler Landpflanzen in Wasserkultur hängt wohl vor allem damit zusammen, dass die Wurzeln infolge der langsamen O_2-Aufnahme einer ruhigen Wasserfläche und der langsamen Diffusion im Wasser zu wenig O_2 erhalten, so dass der Transpirationsstrom zu schwach wird. Pflanzen in Wasserkultur bluten schlecht oder gar nicht (CHAMBERLAIN, JOST 1916). Der Zuwachs wird oft besser, wenn die Kulturen durchlüftet werden (ARKER, HALL-BRENCHLEY-UNDERWOOD, siehe CLEMENTS p. 17 & 23; vgl. auch die Keimungsversuche von KRAUS). Freilich in anderen Fällen hat man eine günstige Wirkung von Durchlüftung vermisst (WACKER, FREE, HOLE & SINGH). Über günstige Wirkung einer künstlichen Durchlüftung in normal lufthaltiger Erde habe ich andererseits nur eine Angabe finden können, die einigermassen sicher erscheint (CANNON 1915 a, Versuche mit *Opuntia versicolor*), die Resultate waren aber auch in diesem Fall nicht "entirely consistent" (Temperatur als Fehlerquelle?). Die Resultate DAYS (CLEMENTS p. 19) sind offenbar durch Inhomogenität des Materials bedingt.

Kronische Wirkung einer Herabsetzung des Gasaustauschs. Man hat gefunden, dass die Kulturflüssigkeit in Wasserkulturen mit der Zeit giftig wird (vgl. z. B. MOLLIARD). Der günstige Effekt einer häufigen Erneuerung der Kulturflüssigkeit liegt wohl teilweise an dem erhöhten durchschnittlichen O_2-Gehalt der Flüssigkeit, teilweise an der Wegschaffung von Toxinen. Der Effekt zeigt sich auch in vollauf genügend starken Nährlösungen, wo mit Nährsalzhunger nicht gerechnet werden kann (vgl. STILES). Reinigung mit Kohle wirkt auch günstig, aber nicht so kräftig wie Erneuerung der Flüssigkeit (TREALESE & FREE). Als Beispiele für Toxinbildung bei mangelndem O_2-Zutritt können wohl auch die Erfahrungen von BÖHM 1885, SCHREINER & REED 1907 und VAN DER WOLK (Toxinproduktion von mit nasser Baumwolle bandagierten *Cocos*-Wurzeln) angeführt werden. NOYES & WEGHORST fanden eine langandauernde Nachwirkung von CO_2-Behandlung des Bodens in Kulturen von Gemüsearten, die auf eine Toxinbildung infolge der CO_2-Behandlung hindeuten.

Auch in normaler Umgebung hat man zwar in den bekannten Woburn-Versuchen eine Toxinproduktion gefunden. HOWARD & HOWARD (1915 b)

und CLEMENTS vermuten, dass der Stoff, der in diesen Versuchen den schädlichen "Graseffekt" hervorrief, lediglich CO_2 sei, was mir jedoch nach den neuen Versuchen (vgl. PICKERING 1917) sehr unwahrscheinlich erscheint. PICKERING weist auf die Möglichkeit hin, dass das Gift von den toten Abfallresten des Grases u. s. w. herrühren könnte; als eine Parallele könnte man dann auf die Versuche LUMIÈRES hinweisen, nach denen Infusion von toten Blättern die Keimung von Samen verhindert.

Bei physiologischen Untersuchungen hat man, wenn die Wurzeln in Wasser wuchsen, eine Ausscheidung von organischen Säuren festgestellt (GOEBEL 1893 p. 211, CZAPEK 1396), dagegen eine solche nicht sicher nachweisen können, wenn der O_2-Zutritt normal war (vgl. CZAPEK 1896 p. 323 und 1920 p. 526, KUNZE, STOKLASA & ERNEST 1908, ABERSON).

Eine einheitliche Erklärung der meisten angeführten Tatsachen scheint durch die Versuche von STOKLASA & ERNEST 1908 gegeben zu sein. Die Wurzeln aller untersuchten Pflanzen produzierten bei normalem O_2-Zutritt nur CO_2 und möglicherweise etwas H_2, dagegen in einer Atmosphäre von 6 % O_2 Ameisensäure, Azetaldehyd und Azeton, in einigen Fällen auch Essigsäure oder Oxalsäure; von diesen Stoffen sind besonders Ameisensäure und Azetaldehyd starke Pflanzengifte. Bei den Wurzeln von Gerste zeigten sich deutliche Krankheitssymptome, die von den Verf. als Selbstvergiftung aufgefasst werden.

Toxine im Boden sind in jüngster Zeit besonders in Amerika fleissig erforscht worden. Man hat solche teils in Moorwasser und Moorextrakt, teils in gewissen schlechten Böden gefunden. Die ungünstige Wirkung von Moorwasser auf nicht speziell angepasste Pflanzen wird ohne Zweifel teilweise direkt durch den O_2-Mangel oder den Reichtum an CO_2 verursacht. Die Giftwirkung kann weniger ausgeprägt werden, wenn das Moorwasser vor dem Versuch in offenen Flaschen aufbewahrt wird (DACHNOWSKI 1908 p. 133—134), und künstliche Durchlüftung kann sie in gewissen Fällen teilweise oder vollständig aufheben (TRANSEAU, BERGMAN 1920). In vielen Fällen konnte jedoch die Giftwirkung nicht ausschliesslich durch den O_2-Mangel, den CO_2-Gehalt oder die Azidität des Moorwassers erklärt werden (LIVINGSTON 1905 b). Die Toxine wurden durch Kochen oder Eindampfen nicht zerstört oder verflüchtigt (LIVINGSTON 1905 b, RIGG, RIGG & THOMPSON), konnten aber durch Sorbentien wie feinverteilte Kohle weggenommen (DACHNOWSKI 1908) und durch Ammonsulfat ausgefällt werden (RIGG & THOMPSON), und blieben teilweise in Erde zurück, die als Filtrum gebraucht wurde (DACHNOWSKI 1909). Sie scheinen also reversible nichtflüchtige Kolloide zu sein. Das Vorkommen der Giftstoffe ist von den Amerikanern einstimmig mit der schlechten Durchlüftung in Zusammenhang gesetzt worden.

Bei den Untersuchungen des amerikanischen Bureau of soils ist ein Stoff besonders eingehend studiert worden, den man aus "schlecht drainierten, schlecht durchlüfteten, zu stark gepackten" u. s. w. Böden isolieren konnte. Die Substanz, die als Dihydroxystearinsäure identifiziert wurde, hat sich als ein heftiges Pflanzengift erwiesen. In Böden wie die genannten ist sie so oft gefunden worden, dass sie als "ein Hauptfaktor für die Unfruchtbarkeit solcher Böden angesehen werden muss" (SCHREINER & LATHROP). Da die Substanz sehr leicht oxydierbar ist, schwindet sie aus dem Boden, wenn für eine gute Durchlüftung gesorgt wird (SCHREINER & SKINNER).

Zusammenfassend kann man sagen, dass 1. sehr grosse Differenzen in der

Toleranz verschiedener Pflanzen gegen O_2-Mangel und CO_2-Überschuss im Boden vorkommen; 2. dass ein O_2-Defizit und ein CO_2-Überschuss von weniger als ein paar % kaum je schädlich wirken dürfte, auch nicht bei langdauernder Einwirkung; 3. dass eine vollständige oder sehr starke, auch ziemlich kurzdauernde, Hemmung des Gasaustauschs zwischen den Wurzeln und der Atmosphäre bei nicht speziell angepassten Pflanzen verhängnisvoll wirken kann, dadurch dass die Wasseraufnahme durch die Wurzeln ausserordentlich erschwert wird; 4. dass eine mässigere Hemmung des Gasaustauschs, die akut nicht gefährlich ist, bei längerer Einwirkung eine Anhäufung von Giftstoffen herbeiführen kann, die schädlich wirkt; 5. dass es nach Allem wahrscheinlich ist, dass die Bodenventilation unter Umständen zu einem ökologischen Faktor werden kann.

Kap. 10. Die Bodenventilationsfrage in Land- und Waldbau und in der Ökologie.

In der Landwirtschaftsforschung hat besonders Sorauer die Bodenventilation als ökologischen Faktor betont. In der letzten, von Gräbner herausgegebenen Auflage von Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten ist der Frage ein ganzer Abschnitt gewidmet. Gefahr für Schaden durch schlechte Durchlüftung liegt nach Sorauer-Gräbner vor: 1. in Tonböden; 2. in durch Überschwemmung etc. zugeschlämmtem Boden; 3. in überschwemmtem Boden mit stillstehendem Wasser; 4. in versumpftem Boden; 5. in Rohhumus- und Ortsteinboden; 6. bei allzu tiefer Pflanzung und Saat. Als Vorbeugungs- und Abhilfemassregeln wird in erster Linie Drainierung genannt, dann Bodenbearbeitung und in gewissen Fällen Streudeckung des Bodens, um ein Zuschlämmen der Oberfläche zu verhindern, endlich Zuführen von Kalk oder Gips. Gewisse Krankheiten werden als durch schlechte Bodendurchlüftung verursacht angesehen, z. B. der Wurzelbrand bei *Beta*, die »brusone»-Krankheit des Reises, »mal nero» der Edelkastanie und mehrere Krankheiten bei tropischen Gewächsen.

Man hat bei vergleichenden Versuchen bessere Resultate verzeichnet in lockerer Erde mit Krümelstruktur als in feiner und gepackter Erde, man hat einen günstigen Effekt der Einmischung von Scherben aus gebranntem Ton und von Sand, Holzkohle u. dgl. gefunden, und man hat dieses alles mit einer vermuteten verbesserten Durchlüftung in Zusammenhang gebracht (Hunter, siehe Clements p. 23; Howard; Howard & Howard 1918), was zwar nicht ohne nähere Untersuchung behauptet werden kann. In Indien stellt sich Leather skeptisch dagegen, dass der günstige Effekt der Bodenbearbeitung mit einer verbesserten Bodendurchlüftung etwas zu tun hätte.

Mangin erblickt die Ursache des schlechten Zustandes und der hohen Sterblichkeit in gewissen Strassenpflanzungen in Paris in dem experimentell nachgewiesenen O_2-Mangel im Boden.

In Indien ist in jüngster Zeit das Bodenventilationsproblem viel beachtet und bearbeitet worden. Unabhängig von Brizi in Italien zeigten Harrison & Aiyer, dass die Wurzeln des Reises bestimmte O_2-Bedürfnisse haben, die im nassen und O_2-armen Boden der Reisfelder durch die O_2-Produktion von Algen gedeckt werden. (Ähnliche Resultate aus Japan; Onodera). Seitdem

ist der Bodenventilation seitens der britisch-indischen landwirtschaftlichen Forscher immer mehr Aufmerksamkeit gewidmet worden, und eine Reihe von Schäden und Krankheiten an Kulturgewächsen wird ungenügender Bodenventilation zugeschrieben, z. B.: 1. eine Welkkrankheit von Javaindigo (*Indigofera arrecta*); 2. eine Blattfallkrankheit bei Pfirsichbäumen; 3. bei verschiedenen Gewächsen konnte man den Ertrag durch ein vernünftiges sparsames Bewässerungssystem und durch Drainierung steigern (1. Howard & Howard 1915 a; 2. Howard 1916; 3. Howard 1918, Howard & Howard 1919).

In der forstwissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche Angaben, nach denen speziell auf Rohhumusböden schlechte Bodenventilation eine Rolle als hemmender Faktor spielen soll, so bei P. E. Müller, Hartig. Besonders hat Gräbner energisch die Ansicht vertreten, dass eine Rohhumusdecke durch Luftabschluss schädlich wirkt. (Gräbner 1901 p. 75 ff., 1906, 1909, Warming-Gräbner 1918 pp. 111, 924, Sorauer-Gräbner 1921 pp. 196—213). Von den zahlreichen anderwärtigen Angaben in derselben Richtung nenne ich als Beispiele Wagner 1912 pp. 104, 105, 108, Lüdi 1919 pp. 32—33, Coventry 1917 (zit. nach Clements p. 104) und Hesselman. Der letzte hat (1910 b) den schlechten Zuwachs der Waldbäume auf gewissen Torf- und Rohhumusböden in Norrland in Verbindung gebracht mit dem fast vollständigen O_2-Mangel im Grundwasser, den Analysen ergaben. Er sieht weiter die Ursache der mangelnden Nitrifikation in undrainierten Torfböden mit stillstehendem Wasser in dem O_2-Mangel; nach Drainierung setzt oft eine rege Nitrifikation ein, und wo das Wasser beweglich ist, kommt sie vor (1917 a). Dagegen glaubt Hesselman nicht, dass eine verbesserte Bodenventilation wesentlich den günstigen Effekt von Bodenbearbeitung auf Rohhumusböden bedingt (1917 b und c); das Resultat, das Clements (p. 104) aus der letztgenannten Abhandlung Hesselmans herausliest, ist also nach der Auffassung des Verf. selbst darin nicht enthalten. Albert bestreitet auf Grund analytischer Tatsachen, dass eine Rohhumusdecke luftabschliessend wirkt.

Von forstlichen Angaben über ungünstige Wirkung schlechter Bodendurchlüftung, die nicht speziell Rohhumusböden betreffen, zitiere ich Vonhausen (Clements p. 99), Hartig, Rostrup (1902 p. 82), Livingston (1905 a), Graves (Clements p. 103), Falck (1918), Hole & Singh, Hole (1918 und 1921), Bornebusch. Das die Bodendurchlüftung herabsetzende Agens ist in allen diesen Beispielen allzugrosse Nässe des Bodens, und die Angaben betreffen vornehmlich schwere Böden.

In der nicht forstlich orientierten Ökologie finden sich auch manche Angaben über die Bodenventilation als Standortsfaktor. Die Eigentümlichkeiten der Vegetation der Moore werden jetzt allgemein direkt oder indirekt mit dem O_2-Mangel im stagnierenden humusreichen Wasser in Verbindung gebracht.

Hole (1911) betrachtet die Bodenventilation als einen Faktor, der die Ausbreitung gewisser indischer Waldgräser mitbestimmt, Cannon & Free denken sich, auf experimentelle Daten gestützt (siehe oben, Kap. 9), die Zonierung gewisser Pflanzengenossenschaften in amerikanischen Wüsten als durch verschiedene Bodendurchlüftung bedingt.

Zusammenfassung. Wenn auch leider nicht aus der obigen kurzen Literaturaufzählung, so geht doch aus den entsprechenden Originaldaten hervor, dass, wo wirklich gewichtige Gründe für die Annahme einer schädlichen Einwirkung

einer mangelhaften Bodendurchlüftung erbracht worden sind, es sich fast durchgehend um Böden handelt, die an zu starker Nässe leiden. Weiter liegen in gewissen Fällen entsprechende Erfahrungen vor für tonreiche Böden. Eine wichtige Ausnahme von dieser Regel scheinen nach vielen Aussprüchen in der Literatur zu beurteilen die Rohhumusböden zu bilden. Eine unserer wichtigsten Aufgaben im folgenden Teil wird die sein, diese Sache wenigstens für schwedische Verhältnisse möglichst aufzuklären.

Teil IV. Die Bodenluft in schwedischen Waldböden.

Kap. 11. Plan und Verlauf der Untersuchung.

Gegenstand der Untersuchung waren in erster Linie norrländische Rohhumuswaldböden. Die Untersuchung bildet eine logische Fortsetzung zu Hesselmans (1910 b) Studien über den O_2-Gehalt des Grundwassers in solchen Böden, und sie beabsichtigte in erster Linie, den Widerspruch zwischen den Angaben Gräbners (1906, 1909 etc.) und Alberts zu klären. Die Untersuchungen wurden 1920 fast ausschliesslich nach Västerbotten verlegt; im Sommer 1921 wurden ausser hochnorrländischen Böden in Västerbotten und Norrbotten auch eine Anzahl südschwedischer Böden untersucht, vornehmlich Buchenrohhumus- und Heideböden.

Prinzipielle Schwierigkeiten. Die ökologische Bewertung der gefundenen O_2- und CO_2-Gehalte bietet dieselben prinzipiellen Schwierigkeiten wie jede ökologische Untersuchung, wo man mit Faktoren zu tun hat, die in gewissen in der Natur vorkommenden Intensitäten hemmend, schädlich oder gar letal wirken, und wo man gleichzeitig wie fast immer in der Ökologie zu einer Vergleichung von Stichproben hingewiesen ist. Ökologische Hemmungsfaktoren — wie z. B. Frost, extreme Trockenheit — wirken vornehmlich durch ihre Maximalintensitäten, durch ihre Intensitäten während gewisser empfindlicher und kritischer Perioden oder durch ihre relativen Maximalintensitäten in Verbindung mit einem Zeitfaktor. Man kann deshalb mit Durchschnittswerten wenig anfangen, und wenn man den Verlauf der zeitlichen Variation nach Stichproben beurteilen will, läuft man die Gefahr, dass man zufällig eben die bedeutsamen Extremperioden verliert. Eine einwandfreie Behandlung des Problems hätte zunächst das Sammeln von langen, das ganze Jahr hindurch laufenden und Jahre umfassenden Analysenserien gefordert. Doch auch noch wenn solche vorlägen, würde die sichere ökologische Deutung der Ziffern sehr grosse Schwierigkeiten anderer Art bereiten, denn wir sind ja über die Toleranz der uns eben interessierenden Waldorganismen — Waldbäume, Bodenorganismen des Waldes — sehr mangelhaft, fast garnicht unterrichtet. Das Beste ist aber des Guten Feind, in der Ökologie nicht am wenigsten; wenn man überhaupt etwas wissen will, muss man sich oft mit halber Gewissheit begnügen und die Kühnheit haben, aus einem mangelhaften Material Schlüsse zu ziehen. So arbeitet vorläufig im grossen Ganzen die Ökologie überhaupt (vgl. über diese prinzipiellen Sachen weiter Romell 1920), und so habe ich auch das vorliegende Problem behandeln müssen. Ich habe mich also mit Stichproben begnügt und daraus die Schlüsse gezogen, die zu ziehen mir möglich erschien.

Kap. 12. Apparatur und Methodik.

Analysapparat, Fehlerlatitude. Als Analysapparat wurde Kroghs Mikroanalysapparat (Krogh 1908, 1915, 1920) gebraucht, der zwar keine grosse Genauigkeit der Bestimmungen erlaubt, aber andererseits entschiedene Vorteile für den vorliegenden Zweck darbot. Erstens ist die zu einer Analyse nötige Gasmenge sehr klein, und man braucht daher nur kleine Gasproben und kleine handliche Apparate zu ihrem Aufsammeln und zur Aufbewahrung. Dass die gebrauchte Gasmenge klein ist, ist schon prinzipiell ein Vorteil, denn je kleiner die gesogene Menge ist, je grösser ist die Aussicht, dass das Gas wirklich von der beabsichtigten Tiefe stammt; weiter aber zeigt es sich, dass gerade in den — wasserreichen — Böden, wo die Analysenziffern von besonders grossem Interesse waren, nur kleine Gasmengen erhalten werden konnten. Mit einem gewöhnlichen Gasanalysapparat wäre die Zusammensetzung der Bodenluft in solchen Böden überhaupt kaum zu erforschen gewesen.

Die zufälligen Fehler mit Kroghs Apparat betragen etwa 0,1 bis 0,2 % des Gesamtvolums. Für die CO_2 ist auch ein lästiger systematischer Fehler vorhanden, der für kleinere untersuchte Blasen 20 % oder mehr der CO_2-Menge betragen kann, für möglichst grosse Blasen etwa 10 % der CO_2-Menge ausmacht. Trotzdem wurde keine Korrektion für diesen Fehler eingeführt, da einerseits in trockenen Böden die CO_2-Menge sich so klein hält, dass der systematische Fehler die Grösse des zufälligen Fehlers nicht übersteigt, andererseits in den nassen Böden, wo reichlich Wasser mit der Probe kam, der Trichter des Analysapparats mit diesem — mit der Gasprobe in Diffusionsgleichgewicht stehendem — Wasser ausgespült wurde, so dass diese Analysen fast ohne systematischen Fehler sind.

Aufsaugen und Aufbewahrung der Proben. Anfänglich wurden die Proben gleich nach der Probenahme im Walde analysiert, eine Vorrichtung für das Aufbewahren der Proben war also nicht nötig, und die ganze Apparatur (Fig. 9, p. [112]) war in einem $10 \times 24 \times 40$ cm grossen tragbaren Schränkchen untergebracht (Fig. 7 und 8, pp. [110] und [111]), das ein kleines 6 cm^3 fassendes Hg-Gasometer, eine kleine Embryoschale als hydraulische Wanne und den Analysapparat nebst Zubehör beherbergt. Später wurden die Proben mit der in Fig. 10 (p. [113]) gezeigten Vorrichtung aufgesaugt und in einfachen kleinen Rezipienten nach Schmit-Jensen aufbewahrt, und die Analysen wurden in einem Zimmer ausgeführt. Diese Arbeitsmethode erwies sich als viel praktischer.

Bodensonden. Die Proben wurden immer mit Hilfe von Bodensonden aus dem Boden aufgesogen. Drei verschiedene Sonden wurden gebraucht, von denen zwei in der Fig. 9 B und C gezeigt sind. (Dimensionen aus der Tiefenteilung ersichtlich; die Ziffern bedeuten dm) Die dritte war eine einfache Messingröhre mit 2 mm innerem Diam., deren Lumen wie bei der Sonde Fig. 9 B während des Eintreibens in den Boden durch eine Stahlnadel von entsprechendem Querschnitt erfüllt war.

Aspirierte Mengen. Bei der Probenahme wurde jedesmal gewaschen mit der fünffachen Luftmenge des gesamten Hohlraumvolumens der Sonde, des verbindenden Gummischlauchs und der Kapillaren des Saugapparats. Die aspirierte Menge Bodenluft betrug deshalb, obwohl nur einige mm^3 für die Analyse

nötig sind, etwa 8 cm^3, was immerhin ein kleines Volumen ist, verglichen mit dem von einigen anderen Forschern bei Bodenluftanalysen aspirierten.

Dichtigkeitsprüfung. Mehrere Forscher haben es schwierig gefunden, eine Beimischung von Luft von unbeabsichtigter Herkunft sicher zu vermeiden. Ich habe die Gefahr einer Beimischung atmosphärischer Luft von oben bei der von mir befolgten Arbeitsmethode wie folgt geprüft. Eine grosse runde Hermetikdose wurde mit der Öffnung nach unten auf den Boden gesetzt und die Ränder ein wenig in den Boden eingedrückt. Dann wurde die Bodensonde durch ein Loch in dem nach oben schauenden Boden der Dose eingeführt und bis in die gewünschte Tiefe in den Boden eingetrieben. Jetzt wurde mittels FeS und Säure H_2S in der Dose entwickelt. Nach einer guten Weile wurde in der gewöhnlichen Weise durch die Sonde aspiriert, aber so, dass das aspirierte Gas durch eine Röhre mit bleiessiggetränktem Fliesspapier streichen musste. Das Ergebnis gibt die Tab. XII, p. [116], wieder. Also in keinem Fall war die Bodenluft noch nach Aspirieren etwa der 8-fachen Menge der bei meinen gewöhnlichen Arbeiten aspirierten durch H_2S verunreinigt. Nur in einem Fall trat Schwärzung des Bleiessigpapieres ein, und zwar bei Saugen in einem *Russowii*-Polster, das so locker war, dass die Sonde nicht ohne Stütze aufrecht stehen wollte. Auch in diesem Fall trat nach Aspirieren von 60 cm^3 Luft noch keine Schwärzung ein, sondern nur als ich, erstaunt über dieses Resultat, die Saugung mit dem Munde fortsetzte. Nach Saugung einiger vollen Atemzüge (also einiger Liter) begann die aspirierte Luft nach H_2S zu riechen, die Bleiessigröhre wurde aufs neue eingekoppelt und zeigte jetzt augenblickliche Schwärzung. Dies Resultat zeigt, dass bei der von mir befolgten Methode keine Beimischung von atmosphärischer Luft zu befürchten ist, wenn man sich mit genügend kleinen aspirierten Mengen begnügt; es zeigt aber gleichzeitig, dass man nicht ohne Gefahr sehr grosse Mengen aspirieren darf. Nach dem Ergebnis dieser Versuche wurde unbedenklich eine anfangs angewandte spezielle Dichtung mit in Wasser aufgerührtem Lehm weiterhin versäumt.

Definition der Tiefe. Man kann aber nicht aus den angeführten Versuchen schliessen, dass man unbedenklich so grosse Probenvolumen wie 60 cm^3 verwenden kann, denn man muss ja auch Einmischung von Bodenluft aus anderen Tiefen als die beabsichtigte möglichst vermeiden. Es ist schwierig, eine Kontrolle darüber zu gewinnen, aus welchen Tiefen die aufgesogene Bodenluftprobe wirklich stammt. Nimmt man an, dass sie den Luftinhalt eines sphärischen Bodenvolums repräsentiert, das sein Zentrum bei der unteren Mündung der Sonde hat, so würden die bei meinen Arbeiten genommenen Luftmengen von 8 cm^3 bei 25 % Luftgehalt des Bodens aus verschiedenen Tiefen einer 4 cm dicken Bodenschicht stammen, und die gemessenen und in der Tab. XIII angegebenen Tiefen würden mit einem Fehler von $\pm$ 2 cm behaftet sein. Wenn diese Voraussetzungen zutreffen, würde die Definition der Tiefe in meinen Bestimmungen jedenfalls in einem rationellen Verhältnis zu der Genauigkeit der Analysenmethode stehen wie zu der Genauigkeit, mit der die Tiefe bestimmt werden kann, was dagegen kaum z. B. von den Bestimmungen Alberts anzunehmen ist, da er ein Volumen von $\frac{1}{2}$ lit. sog und dann die CO_2 mit einer Genauigkeit von 0,01 % bestimmte.

Schwierigkeiten bei der Probenahme. Die Saugung gelang in nicht allzunassem Boden stets ohne Schwierigkeit, wenn man von kompakten Lehm-

böden absieht. In nassem Boden war dagegen die Probenahme schwierig, da die Sonde äusserst leicht durch mit dem Wasser mitgerissene Sandpartikel verstopft wurde. In rissfreiem kompaktem Lehmboden kommt bei der Saugung nichts, weder Wasser noch Luft (vgl. die 2. Anmerkung zu der Tabelle XII p. [116] und die Ammerkungen unter K und L_a^7 in der Tab. XIII pp. [196] und [197]), so dass meine Analysen keine Auskunft geben können über die Zusammensetzung der Bodenluft in solchen Böden.

Die Analysenziffern bedeuten durchweg Volumprozente von trockener Luft

Kap. 13. Analysresultate. Allgemeine Züge der Variation.

Die Resultate der Analysen sind in der Tab. XIII (pp. [184]—[199]) zusammengestellt, die in Unterabteilungen nach verschiedenen Bodentypen eingeteilt ist. Die Zahlen in der Kolonne »Akzeptierte Werte» sind in der Regel Mittelwerte aus zwei oder mehreren Einzelbestimmungen; wie sie gebildet sind, geht in jedem Einzelfall aus den mitgeteilten Einzelwerten hervor. Betreffend die Lokalitäten, wo die Proben eingesammelt wurden, sind in der Tab. nur summarische Angaben gemacht. Für Einzelheiten wird auf die Lokalitätsbeschreibungen Teil V verwiesen. Das meiste von dem schwedischen Text und von den Abkürzungen in der Tab. ist am Ende der Tab. deutsch erklärt, und das übrige erhellt aus den Lokalitätsbeschreibungen. Die in der Tab. XIII zerstreuten Niederschlagsziffern finden sich zusammen mit einigen summarischen Temperaturdaten in der Tab. XIV [p. 200] zusammengeführt.

Variation mit verschiedener Witterung. Bei Durchsicht der Ziffern unter A in der Tabelle XIII wird man finden, dass die Proben von 1920 höhere O_2-Werte und keine ganz so hohen CO_2-Werte wie diejenigen von 1921 zeigen. Unter F in der Tab. findet man, dass die Frühlingsproben durchgehend bedeutend mehr O_2 und weniger CO_2 als die entsprechenden Herbstproben zeigen. Mehrere solche Verschiedenheiten können aus der Tab. herausgelesen werden, und sie werden alle einfach und einheitlich durch den verschiedenen Wassergehalt des Bodens zur Zeit der Probenahme erklärt. Die höchsten Werte von O_2-Defizit und CO_2-Überschuss habe ich ausnahmslos gefunden, wenn und wo der Boden so nass war, dass Wasser mit der Probe kam (vgl. die Bemerkungen über Wasser in der Tabelle; »vatten», halbfett gedruckt, bedeutet Wasser mit der Probe. Wo keine solche Bemerkung sich vorfindet, bedeutet dies, dass die Probe trocken war). Der Faktor, der in erster Linie die Variationen in der Zusammensetzung der Bodenluft während der Vegetationsperiode bestimmt, ist nach allem zu urteilen der Wassergehalt des Bodens. Das stimmt gut mit den Erfahrungen Russell & Appleyards (1915) und Gaarder & Hagems überein.

Variation mit der Tiefe. Der Gang der Änderung in der Zusammensetzung der Bodenluft gegen die Tiefe zu kann sehr verschieden sein. Die Tabellen pp. [122] und [123] geben einige Beispiele, die erste Tab. für den Typus, der in normaldrainiertem Boden der gewöhnliche ist, der zweite von dem selteneren entgegengesetzten Typus. In den Zahlenpaaren bedeutet jedesmal die erste Zahl O_2-Defizit, die zweite CO_2-Gehalt, beides in Volumprozenten. In normaldrainiertem Waldboden ist also die Änderung mit der Tiefe in

grösseren Tiefen sehr langsam; die Bodenluft hat z. B. in 75 cm Tiefe sehr nahe dieselbe Zusammensetzung wie in 15 cm Tiefe. Umgekehrt kann in gewissen Böden die Änderung in grösserer Tiefe schneller sein als nahe der Oberfläche. Es kommt dies vor in Böden, die in dem untersuchten Tiefengebiet auffallend mehr nass gegen die Tiefe hin und gleichzeitig ungewöhnlich tief humushaltig sind. Das steht in gutem Einklang mit unseren Auseinandersetzungen oben Teil II (Kap. 7, Diffusion, und Kap. 8). Der Gang der Änderung in normaldrainiertem Waldboden deutet darauf hin, dass die Aktivität in den untersuchten Böden noch mehr gegen die Oberfläche gehäuft ist als nach der Keimzahlkurve WAKSMANS (Fig. 3, p. [58]), was wohl sicher auch in den betreffenden Böden mit messerscharfer Grenze zwischen der Rohhumusdecke und der sterilen Bleicherde der Fall ist.

O_2-Defizit und CO_2-Überschuss. Die Summe von O_2 und CO_2 ist in meinen Analysen um so niedriger, entfernt sich um so mehr von dem normalen Wert 21 %, je grösser das O_2-Defizit ist. Nun wirkt der systematische Fehler in der CO_2-Bestimmung dahin, ein scheinbares Defizit in der Summe hervorzurufen, dessen Grösse für einige verschiedene CO_2-Gehalte p. [125] sich ausgerechnet findet. Die gefundenen Defizite sind aber fast durchweg viel grösser, etwa 3 bis 10 mal, als das zu erwartende scheinbare Defizit. Die bedeutendsten gefundenen Defizite in der Summe sind p. [125] unten zusammengeführt. Die möglichen Ursachen dazu, dass der CO_2-Überschuss mit dem O_2-Defizit nicht gleichen Schritt hält, haben wir Kap. 8 diskutiert (Beteiligte Gase).

KAP. 14. Analysresultate, zusammengestellt für verschiedene Böden.

Da dieses Kapitel im wesentlichen ein Bericht in Worten über auch aus Tab. XIII ersichtliche Tatsachen enthält, kann von einem Referat abgesehen werden. Nur sei darauf hingewiesen, dass p. [132] und [133] sich die Resultate von zwei Analysenserien in Zusammenhang mitgeteilt finden, die in der Tab. XIII teilweise getrennt untergebracht sind. Die betreffenden Proben sind zwei Linien entlang genommen, die auf normaltrocknem Waldboden beginnen und in der Zone der beginnenden Versumpfung endigen (vgl. Lokalitätsbeschreibung Nr 2) und illustrieren die Zunahme der Werte des O_2-Defizits und des CO_2-Überschusses bei Übergang von dem trocknen zum feuchteren Boden. Auch sei auf die Tabelle p. [146] verwiesen, die übersichtlich die Differenzen zwischen einigen verschiedenen Arten von Lokalitäten darstellt. Die Buchstaben A bis G verweisen auf die entsprechenden Abteilungen der Tab. XIII. In der Übersicht sind nur Analysenwerte für die Tiefen 10—20 cm berücksichtigt, damit die Zahlen möglichst vergleichbar seien. Die Zahlen bedeuten die Anzahl von Proben, die die angegebenen O_2-Gehalte gezeigt haben.

Noch sei an dieser Stelle auf die auffallenden Analysresultate hingewiesen, die die Proben 143—146 (siehe Tab. XIII M) ergaben, indem sie in der Moräne unter etwa 1 m mächtigem wassergesättigtem Torf, wo freier O_2 praktisch fehlt, einen beträchtlichen O_2-Gehalt in der Bodenluft zeigten (7 bis 14,5 %). Dies Resultat ist zwar ökologisch kaum von irgend einer Bedeutung, ist aber interessant aus anderen Gesichtspunkten. Da der Abstand

von den betreffenden Punkten zu der nächsten denkbaren O_2-Quelle (d. h. der kleinste Abstand zur Grenze gegen die »gefährdete» Zone, wo der nasse Torf nicht zusammenhängend ist) etwa 30 m beträgt, zeigt der beträchtliche O_2-Gehalt der Proben eine äusserst minimale Oxydation in der betreffenden Bodenschicht an und beweist zugleich, dass das O_2-freie (und noch dazu humushaltige) Torfwasser, wenigstens während des Sommers, nicht in beträchtlichem Umfang nach unten, in die Moräne hinein, sich bewegt, auch nicht wenn die Moräne, wie in unserem Fall, viel wasserärmer ist als der wasserdurchtränkte Torf. Diese Schlussfolgerung ist von einem gewissen hydrologischen Interesse.

Kap. 15. Forstökologische Diskussion der Analysresultate.

1. Rohhumusböden in Norrland. Da die Analysen in normaltrockenen (nicht versumpften) Rohhumusböden fast durchweg eine sehr gute Durchlüftung ergeben haben (die Variation liegt ungefähr innerhalb derselben Grenzen wie in Ackerboden), so kann wenigstens für Norrland die Anschauung Gräbners nicht richtig sein, nach der eine Rohhumusdecke an sich ein gefährliches Hindernis für eine gute Durchlüftung des Bodens bedeuten soll. Die Untersuchungen betreffen auch Böden mit strengem, ungünstigem Rohhumus, wo die Fichten fast gar keinen Zuwachs zeigen. In einem Bestand mit milderem Rohhumus und Kräutervegetation wurde ein grösseres O_2-Defizit gefunden als gleichzeitig im schlechten Rohhumuswald. Nach meinen Analysresultaten kann somit die ausgesprochene Schlechtigkeit gewisser norrländischer Rohhumusformen kaum auf mangelnder Bodendurchlüftung beruhen, und der günstige Effekt einer Bodenbearbeitung auf solchem Boden kann dann wahrscheinlich auch nicht durch eine verbesserte Bodendurchlüftung bedingt sein. Man wird wohl statt dessen zunächst auf eine auf die Organismen im Rohhumus günstige Wirkung von vergrössertem Elektrolytgehalt infolge Mischung oder Überdeckung des Rohhumus mit Mineralerde denken müssen, wie von Hesselman (1917 a) vorgeschlagen.

In versumpftem Rohhumusboden und in Rohhumusboden, der sich der Versumpfung nähert, haben dagegen viele Analysen ganz bedeutende Werte von O_2-Defizit ergeben, bis beinahe vollständigen O_2-Mangel. Die Variation ist jedoch sehr gross von Punkt zu Punkt, man bekommt hin und wieder auch Analysenwerte, die fast normale O_2-Gehalte ergeben. Dennoch, und obgleich sich im Einzelnen kein Parallelismus zwischen dem besseren oder schlechteren Zustand des Waldes und der Zusammensetzung der Bodenluft nachweisen liess, ist wohl der hochgradige O_2-Mangel an zahlreichen Punkten in diesen Böden als ein Faktor zu betrachten, der den schlechten Zustand des Waldes auf solchem Boden wenigstens mitbedingt.

2. Kiefernheiden. Auch für diese trockenen Waldtypen, die besonders auf Sand vorkommen, hat man mangelnde Bodendurchlüftung als eine Ursache des schlechten Zuwachses der Bäume und der schlechten Verjüngung angesehen (vgl. Clements, p. 104). Meine Analysen zeigen aber lauter O_2-Werte, die über 20 % liegen, und liefern dieser Anschauung somit keine Stütze. Die Ursache der günstigen Wirkung von Bodenbearbeitung in

Kiefernheiden muss höchstwahrscheinlich anderswo als in einer dadurch verbesserten Bodenventilation gesucht werden (vgl. oben unter 1.).

3. **Ortsteinböden.** Auch tief in einer steinharten Ortsteinschicht haben die Analysen O_2-Gehalte von etwa 20 % ergeben, und GRÄBNERS Vorstellung, dass der Ortstein »fast den letzten Rest des dorthin gelangenden Sauerstoffs für seine eigene Oxydation verbraucht» (SORAUER-GRÄBNER) ist also wenigstens nicht allgemein wahr. Die genannten Analysen betreffen einen normalen (wenn auch ungewöhnlich prachtvoll ausgebildeten) norrländischen allochtonen Eisenortstein. Ein paar Analysen aus Moräne mit Anfängen zu Humusortsteinbildung auf fast versumpftem Boden ergaben niedrigere O_2-Gehalte, bis zu etwa 16 % hinab, was vielleicht darauf deuten könnte, dass die genannte Vorstellung GRÄBNERS für Böden mit Humusortstein doch einer Wirklichkeit entspricht.

4. **Heiderohhumus.** In schlechten, schwerkultivierten Heiden konnte sich ein bedeutender O_2-Mangel vorfinden, trat aber nicht in allen auf, nur in den dem versumpften Typus angehörigen oder sich diesem nähernden. Wenn von diesen abgesehen wird, war in meinem Material der O_2-Mangel wie der CO_2-Gehalt grösser in der besseren Heide als gleichzeitig in der schlechteren. Auch nicht für die Heideböden scheint also im allgemeinen die Bodendurchlüftung als qualitätsscheidender Faktor in Frage zu kommen. Das stimmt gut überein mit den an den schwedischen Heidepflanzungen gesammelten Erfahrungen sowie mit den Erfahrungen und Versuchen der dänischen Forscher, nach denen die Heidefrage ein Stickstoffproblem sei, wie nach der Ansicht HESSELMANS das Problem der Kiefernheiden Norrlands, dagegen wäre die Gesamtheit dieser Erfahrungen schwer zu verstehen, falls es sich wesentlich um ein Bodendurchlüftungsproblem handelte.

5. **Buchenrohhumus.** Die Untersuchungen umfassen u. A. eine Lokalität mit ein paar dm mächtigem Buchenrohhumus schlechtester Sorte. Trotzdem konnte ich (auch im Herbst, nach einem sehr feuchten August) nur ganz normale O_2- und CO_2-Werte finden. Das schwere Hindernis, das ein solcher Rohhumus für die Verjüngung bedeutet, ist also kaum durch schlechte Bodendurchlüftung bedingt.

6. **Moore und Sümpfe.** Von meinen Analysen betreffen nur einige mehr zufällig und nebenbei ausgeführte Moore und Sümpfe, weil die Rhizosphäre für die Sumpfgewächse wenigstens während langer Perioden des Jahres das Grundwasser ist, das mit der von mir angewandten Methode der Analyse nicht — wenigstens nicht direkt — zugänglich ist. Man weiss aber aus anderen Arbeiten, dass das Moor- und vielfach auch das Sumpfwasser normal sehr O_2-arm ist. (Zahlreiche Wasseranalysen von Moorwasser nach WINKLER, die vieles von Interesse bieten, bringt MALMSTRÖM). Um so auffallender waren die hohen O_2-Werte, die meine Analysen oberhalb des Grundwasserniveaus in Moortorf ergaben. Ich erkläre mir diese auffallende Tatsache so, dass im unzersetzten *Sphagnum*-Torf nicht so leicht wie z. B. in nassem Rohhumus durch Wasser abgeschlossene luftgefüllte Hohlräume entstehen oder sich erhalten. Die Lufträume haben eher die Form von lotrechten Röhren, die oben mit der Atmosphäre kommunizieren, und in denen eine normale Diffusion vor sich geht. Deswegen braucht natürlich nicht die Durchlüftung in den mit Wasser vollgesogenen Basalresten der Sphagnen normal zu sein,

denn die O_2-Zufuhr nach dem Inneren der Wassermassen wird durch die langsame O_2-Aufnahme der Wasseroberflächen und durch die langsame Diffusion im Wasser geregelt, nicht durch die schnelle Diffusion in den Lufträumen. Dass immerhin an zahlreichen Punkten im *Sphagnum*-Torf oberhalb des Grundwasserniveaus sehr gute Durchlüftung besteht, ist zwar ökologisch von untergeordnetem direktem Interesse, denn während der Perioden mit höherem Grundwasserstand können die Moorpflanzen ohnehin nicht fortleben, falls sie nicht den O_2-Mangel im Grundwasser ertragen. Die Tatsache ist aber interessant, indem sie zeigt, wie das Grundwasserniveau in den Mooren als eine scharfe Grenze zwischen einem Gebiet mit fast vollständigem O_2-Mangel und einem Gebiet mit sehr guter Durchlüftung an zahlreichen Punkten zu betrachten ist, was zum Verständnis der grossen Verschiedenheit in den Konservierungsbedingungen für Fossilien in den Mooren oberhalb und unterhalb des Grundwasserniveaus beiträgt (vgl. MALMSTRÖM).

Einigermassen ähnlich wie in den Mooren scheinen die Verhältnisse in Sümpfen liegen zu können, nach ein paar Analysen zu urteilen, die von Laubbrüchen stammen (vgl. meine Analysenwerte von einem zufällig ausgetrockneten Erlenbruch auf Hallands Väderö mit den Analysenziffern BORNEBUSCHS).

7. **Lehmböden.** In kompaktem rissfreiem Lehm ist es, wie schon oben genannt, unmöglich Luft zu saugen, und über die Zusammensetzung der im kompakten Lehm enthaltenen Luft geben meine Analysen daher keine Auskunft. Die zwei Analysen unter L. in der Tab. XIII zeigen aber, dass in rissigem Lehm die in den Rissen stehende Luft beinahe die Zusammensetzung der Atmosphäre hat. Das hat natürlich nichts Überraschendes, es ist eben, was man erwarten kann. Die Analysen wurden nicht weiter ausgedehnt, da es mir unnötig schien, durch Gasanalyse zu konstatieren, dass der Lehm rissig ist. Das kann bequemer direkt wahrgenommen werden. Die direkte Beobachtung in den betreffenden mit Mischwald bedeckten Lehmböden (»Lerbrännor») in Norrland zeigte, dass der Lehmboden unter der Moos- und dünnen Rohhumusdecke öfters rissig war, und dass in diesen Rissen Wurzeln verliefen. Dies scheint anzudeuten, dass die Risse relativ permanenter Natur sind. Dass sie sich auch über die nassen Perioden erhalten können, kann vielleicht durch die schützende Wirkung der Moos- und Rohhumusdecke gegen Zuschlämmung erklärt werden (vgl. SORAUER-GRÄBNER über Streudeckung zum Schutz gegen Zuschlämmen der Oberfläche und JOLYET p. 348 über entsprechende Wirkung der Waldstreu). Die Rohhumusdecke würde also in diesem Fall die Bodendurchlüftung sichern, anstatt sie zu verhindern.

8. **Die CO_2-Gehalte.** Wenn bei der ökologischen Diskussion nur von den O_2-Gehalten, nicht von den CO_2-Gehalten gesprochen worden ist, so kommt das daher, dass bei einer solchen vergleichenden Methode, die wir anzuwenden genötigt worden sind, diese beiden Sachen überhaupt nicht auseinandergehalten werden können, da sie zusammen variieren, wenn auch die CO_2-Überschüsse gegen die O_2-Defizite zurückbleiben. Wie viel von der schädlichen Wirkung schlechter Bodendurchlüftung dem O_2-Defizit, wie viel dem CO_2-Überschuss zuzuschreiben ist, muss durch rein physiologische Untersuchungen geklärt werden.

Kap. 16. Rückblick. Versuch einiger forstlich anwendbaren Schlussfolgerungen.

Wenn, aus oben dargelegten Gründen, die ökologische Diskussion der Analysziffern fast auf jedem Punkt nur tastend sein kann und man bei fast allen Einzelfragen Fragezeichen setzen muss, so dürfte doch soviel sicher sein, dass ein hochgradiger O_2-Mangel im Boden für unsere Waldbäume ein ungünstiger Faktor ist.

Ein Resultat der Untersuchungen ist sehr einheitlich, nämlich dass die Gefahr für schlechte Durchlüftung des Bodens vor allem von Wasser im Boden kommt. Hochgradigen O_2-Mangel habe ich nur in nassen Böden gefunden, und umgekehrt habe ich im allgemeinen die Regel gültig gefunden, dass, wenn während der Vegetationsporiode der Boden so nass ist, dass Wasser mit der Probe kommt, ein aussergewöhnlich grosser O_2-Mangel in der Bodenluft vorhanden ist. Die Ausnahmen von dieser Regel gelten teils stark geneigte Böden, mit stark beweglichem Wasser, wo trotz Wasserreichtum des Bodens die Bodenluft normal O_2-reich sein kann, teils das Gebiet oberhalb des Grundwasserniveaus in Mooren, wo besondere Verhältnisse bestehen, die im vorigen Kapitel diskutiert wurden.

In Kap. 3 haben wir auf die ziemlich selbstverständliche Tatsache hingewiesen, dass die Werte von O_2-Defizit im Boden teils durch die Intensität der O_2-verbrauchenden Prozesse, teils durch die Lebhaftigkeit des Gasaustauschs bestimmt werden. Die ersteren hängen u. A. stark von der Temperatur ab, und so ist es erklärlich, dass man die Maxima von O_2-Mangel nicht im Winter bei nassem Boden, sondern im wärmeren Teil des Jahres gefunden hat (vgl. Kap. 2). Während der Vegetationsperiode wird der Betrag von O_2-Defizit im Boden wesentlich durch den Wassergehalt des Bodens bestimmt. Was Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Böden betreffend den Gasaustausch angeht, hat unsere Auseinandersetzung in Teil II gezeigt, dass für natürliche Böden, insbesondere für Waldböden, die Korngrösse eine ganz untergeordnete Rolle spielt, sofern diese nicht wie in kompakten Lehmböden eine gewisse Minimalgrösse untersteigt. Das Entscheidende ist das luftgefüllte Porenvolum, der Luftgehalt des Bodens, das in erster Linie durch den Wassergehalt des Bodens und innerhalb engerer Grenzen (n. b. dass es sich um natürliche Böden handelt) durch dessen Packungsgrad bestimmt wird.

Es ist eine verbreitete Annahme, dass eine Rohhumusdecke an sich ein gefährliches Hindernis für eine gute Bodendurchlüftung ist. Dies hat sich für sämtliche untersuchten schwedischen Rohhumusformen als falsch herausgestellt. Dagegen ist, wie nicht anders zu erwarten, eine nasse Rohhumusdecke hinderlich für die Durchlüftung.

Der intime Zusammenhang, den wir zwischen der Nässe des Bodens und der Durchlüftung gefunden haben, ermöglicht ein Urteilen nach blosser Inspektion darüber, ob eine schlechte Bodendurchlüftung zu befürchten ist oder nicht.

In normaldrainiertem Waldboden auf Sand, Moräne etc. dürfte in Schweden nie eine Gefahr für schlechte Bodendurchlüftung vorliegen, wie auch

sonst der Boden beschaffen sein mag. In versumpften Böden aller Art hat man dagegen Anlass, eine schlechte Bodendurchlüftung zu befürchten.

Schon SAUSSURE sah ein, dass Überschwemmung des Wurzelsystems einer Pflanze nicht direkt durch den allzu grossen Wasserreichtum schädlich wirkt, sondern infolge des eintretenden O_2-Mangels, und es ist seit lange klar, dass Drainierung physiologisch gesehen eine Massnahme zur Erleichterung der O_2-Zufuhr ist, während das Wegschaffen des Wassers an sich bedeutungslos ist. Nach unseren Resultaten ist in gewisser Ausdehnung auch die Umkehrung dieses Satzes wahr: Die einzige für Waldböden verwendbare Methode, den Wurzeln und Bodenorganismen mehr O_2 zu verschaffen, wenn sie Mangel daran leiden, ist Drainierung. Wegschaffen der Moos- und Rohhumusdecke ist dagegen höchstwahrscheinlich vom Gesichtspunkt der Bodenventilation unnütze Mühe, ja in gewissen Fällen wirkt vielleicht die Rohhumusdecke direkt als eine Garantie für die Erhaltung einer guten Bodendurchlüftung (vgl. Kap. 15:7). Auch Bodenbearbeitung im Walde dürfte als Massnahme zur Verbesserung der Bodenventilation unnütz oder wenigstens unnötig sein, eine wie grosse Bedeutung diese Massnahme aus anderen Gründen haben mag.

Teil V. Lokalitätsbeschreibungen.

(Bem.: Die Provinznamenabkürzungen finden sich am Ende der Tab. XIII, p. [198], erklärt; da für Detailangaben über Vegetation und Bodenprofil auf den schwedischen Text verwiesen werden muss, sind die in Teil V im schwedischen Text verwandten schwedischen Pflanzennamen nebst einigen anderen Wörtern am Ende des untenstehenden deutschen Texts erklärt; Kspl bedeutet Kirchspiel, Pr. Probe, P. Punkt).

1. Vb, Kspl Degerfors. Pr. 30 in für die Gegend hohem gutem moosreichem Fichtenwald, eingemischt mit Kiefer, Grauerle, Birke und Eberesche. In der Bodenvegetation ausser Moosen ziemlich viele Kräuter. Pr. 124—129 in einer höher gelegenen Partie des Waldes mit Restbestand aus ziemlich schwachwüchsigen Fichten, ein wenig Kiefer und Birke. Mehr Zwergsträucher vorhanden, weniger Kräuter.

2. Vb, Kspl Degerfors. Ein kleiner flacher Åszug aus Moräne ragt zungenähnlich zwischen Moor- und versumpften Böden hinein. Die Lokalität ist leicht auf der Karte Malmström's über Degerö Stormyr kenntlich mit Hilfe einer auf der Moränenzunge gelegenen Waldhütte (»skogskoja»), die auf der Karte (nahe dem gestrichelten Rektangel, der das Versuchsfeld Kulbäcksliden auszeichnet) eingezeichnet ist. Ein grosser Teil der Proben ist nahe der Hütte und innerhalb des Versuchsfeldes genommen. Der Boden ist dort auch an den trockeneren Partien mit strengem ungünstigem Rohhumus bedeckt, jedoch nicht von der allerschlechtesten Sorte. In meiner Karte Fig. 11 (siehe Teil V in dem schwed. Text, p. [165]) ist die Lage der Probenpunkte innerhalb des Versuchsfeldes angegeben. Eine Probenserie, Pr. 111—123, ist, wie man sieht, einer Linie entlang genommen, die vom trockenen Boden nahe der Hütte bis in die »gefährdete» Zone geht. Der Wald ist hier schlecht, auch auf dem trockenen Boden, und dann immer schlechter, unwüchsiger und mehr von Flechten befallen, je weiter hinab man kommt. Die Zusammensetzung der Bodenvegetation auf dem trockenen Boden (etwa wo die Pr. 51—53 genommen wurden) erhellt aus der Raunkiær-Analyse p. [163]. Eine andere Profillinie, der vorigen annähernd parallel, 300 m weiter gegen NW, bilden die Punkte, wo die Pr. 130—142 genommen wurden. Der Wald ist hier besser, auch auf dem nassen Boden. Die Beobachtungen über das Bodenprofil zeigten an den P. 1 und 2 (Pr. 130—131 bezw. 136—137) normales Podsolprofil, am P. 3 (Pr. 132—133) ein wenig, an den P. 4, 4 a und 5 (Pr. 134, 135, 138—142) stark versumpftes Profil (Humuspodsol).

Pr. 46 stammt von einem Kahlschlag oben auf dem kleinen Åszug.

In dem teilweise auf der Karte Fig. 11 sichtbaren Kiefernmoor (Zwergstrauchmoor mit *Betula nana*, *Carex globularis* etc.) und im angrenzenden Fichtensumpfwald wurden einige Pr. (143—146) in der Moräne unter mächtigem Torf genommen. (Die Mächtigkeit des Torfs ist in der Tab. XIII angegeben).

3. Nb, Kspl Piteå, Versuchsfeld der forstlichen Versuchsanstalt (siehe die Karte bei Hesselman 1909 p. 33, abgedruckt in Ramann 1911 p. 211, jedoch mit verwechselten Bezeichnungen). Das Feld ist jetzt drainiert und merklich trockener, der Rohhumus ist aber so dick wie vorher. Der Wald — ein moosreicher Fichtenwald mit reichlich Heidelbeere — auch an den trockenen Stellen schlecht, schwachwüchsig, die Bäume von Flechten befallen (Phot. bei Hesselman 1910 b p. 102). Die Pr. sind in Abständen von 10 Schritten einer Linie entlang genommen, die die Bucht überquert, die die sog. »gefährdete» Zone (Fichtenwald mit einz. *Sphagnum*-Flecken) gegen SO in den nichtversumpften Wald hinein in der Gegend W—SW vom Brunnen V aus macht. Der letzte P. 5 liegt 4 Schritte vom Brunnen V. An den P. 1 und 2 Andeutung zu Ortsteinbildung in der Moräne (Humusortstein).

4. Vb, Kspl Degerfors. Schwachwüchsiger, flechtenbefallener Fichtenwald auf geneigtem, etwas feuchtem Moränenboden. Dünner, milder, unten ziemlich mullartiger Rohhumus. Kräuterreiche Bodenflora, siehe Analyse p. [166].

5. Vb, Kspl Degerfors. Seichtes Bachtälchen, wo die Fichte besser wächst als in der Umgebung. Dünner, teilweise mullartiger Rohhumus auf Moräne. Im Talboden Grauerle, Fichte und Birke mit kräuterreicher Bodenvegetation. Bodenvegetation im Fichtenwald auf dem seichten Abhang, siehe Analyse p. [167].

6. Vb, Kspl Degerfors. Schöner gutwüchsiger mittelaltriger Fichtenwald mit Espe und Birke auf einem Moränenabhang. Auf dem Boden Kräuter und totes Laub. Im August 1921 war der Boden so wasserreich, dass das Wasser hie und da in Wasserpfützen über der Oberfläche stand und es unmöglich war, Bodenluftproben zu nehmen.

7. Vb, Kspl Degerfors. Gutwüchsiger Mischwald aus Kiefer, Fichte und Grauerle auf sehr feinem Sand (Mehlsand, »mjäla»). Der Boden von Wurzeln durchzogen und locker, nur Andeutungen zu Rohhumus, üppige kräuterreiche Bodenvegetation.

8. Vb, Kspl Degerfors. Für die Gegend sehr schöner, hoher, gutwüchsiger Fichtenbestand auf einem stark geneigten Abhang (moränenbedecktes Urgestein). Kräuterreiche Bodenvegetation, siehe Analyse p. [168].

9. Nb, Kspl Piteå. Gutwüchsiger Mischbestand aus Kiefer, Fichte, Grauerle, Birke und Eberesche auf einem stark geneigten Abhang auf Sand.

10. Nb, Kspl Piteå. Gutwüchsiger moosreicher-kräuterreicher Fichtenwald mit Birkeneinmischung in einem mässig geneigten Abhang auf Moräne (Phot. bei Hesselman 1910 b p. 103). Reichlich Kräuter, einzelne *Sphagnum*-Flecken. Braunerdeähnliches Profil.

11. Vb, Kspl Degerfors. Guter moosreicher Kiefernwald auf Sand, Bodendecke fast nur *Hyloc. parietinum* und Preisselbeere.

12. Vb, Kspl. Degerfors. Kiefernheide auf einer ebenen Alluvialsandterrasse nahe dem Fluss Vindelälven. Spontaner Kiefernbestand (jetzt 983 Stämme pro Hektar, Mittelhöhe 13,2 m, Mitteldiam. 14,2 cm bei 75 Jahren). Bodenvegetationsanalyse p. [169].

13. Vb, Kspl Degerfors. Kiefernheide von moosreicherem Typus auf Mehlsand. Auffrierungsboden. Bodenvegetationsanalyse p. [169].

14. Nb, Kspl Piteå. Schüttere, schwerverjüngte Kiefernheide auf Sand (Beschr. u. Abb. bei Hesselman 1910 a p. 31 ff. mit Figg. 1 und 4). Pr. 168 wurde in einem anderen Teil der Heide, an einem ausgesuchten Punkt mit wenigstens auf einem Kreis von 10 m Diameter zusammenhängendem, kräftigem Ortstein genommen.

15. Nb, Långträsk. Kiefernheide auf Moräne; Bodendecke, siehe schw. Text.

16. Vb, Kspl Degerfors. Moosreicher Nadelmischwald von Preisselbeertypus auf Boden mit mächtigem Ortstein; die Lokalität bei Tamm beschrieben (p. 212—213, 294 und Taf. 4).

17. Nb, Kspl Piteå. Lokalität mit mächtigem allochtonem Ortstein, beschrieben von Tamm (p. 217 ff., 295, mit Karte Fig. 21 p. 218). Von den untersuchten P. liegen 4 etwa in den Ecken eines Quadrats, dessen Ostseite von dem Nordpfeil in (neben) Tamms Karte gebildet wird, und der fünfte etwas östlich von dem südöstlichen dieser Punkte.

18. Nb, Kspl Piteå. Ähnliche Lokalität wie die vorige, mit weicherem Ortstein.

19. Hl, Kspl Våxtorp. Heide auf einer kleinen, seichten, nicht meterhohen Anhöhe bei einem *Eriophorum-vaginatum*-Moor; wird durch letzteres feucht erhalten. Sehr schlechte gepflanzte Fichten, von gelblicher Farbe, einige dm bei einem Alter von 35 Jahren. Mineralerde grau bis schwarz gefärbt und mit Rostflammen. In der Bodenvegetation ausser dem Heidekraut *Eriophorum alpinum* etc.

20. Hl, Kspl Våxtorp. Abhang mit fichtenbepflanzter Heide. Fichten meist sehr schlecht, gelblich, nicht 1 m bei 35 Jahren erreichend, fleckenweise jedoch besser. P. 1—5 in einer Linie, P. 1 (Pr. 71, 202, 203) in einer Gruppe mit besseren Fichten, P. 2—5 unter schlechten. Die P. 6 und 7 in je einer Gruppe mit guten Fichten nahe einem Moor, das den Abhang unten ablöst.

21. Hl, Kspl Våxtorp. Abhang mit Heide, bepflanzt mit Fichten, die alle bei 35 Jahren etwa so hoch wie das Heidekraut sind. In der Bodenvegetation ausser dem Heidekraut *Erica*, *Eriophorum alpinum* etc. Mineralerde tief schwarzflammig.

22. Vg, Kspl Sätila. Heide mit *Ledum* etc.; hie und da spontane Wacholder, Kiefern und schlechte Fichten.

23. Hl, Kspl Våxtorp. Flechtenreiche Heide, jedoch von etwas besserem Typus (ein wenig Wacholder), mit Bergkiefer bepflanzt.

24. Hl, Kspl Våxtorp. Nahe der vorigen Lokalität, guter 31-jähriger Kulturfichtenwald auf günstigem Heideboden. Der nach Durchforstung 1918 zurückgelassene Bestand (7093 Stämme pro Hektar) hat eine Mittelhöhe von 7 m.

25. Hl, Kspl Våxtorp. Ähnliche Lokalität, noch dichterer Bestand von etwa derselben Höhe bei demselben Alter.

26. Sk, Kspl Dalby. Hochproduktiver kultivierter Fichtenbestand auf altem Heideboden.

27. Hl, Kspl Våxtorp. Alter, schlechter, schwachwüchsiger Buchenwald. Gipfeldürre, schwierige Verjüngung. Buchenrohhumus 15—30 cm, blätterig, zäh, unten ziemlich feucht. Heidelbeere dominierend in der Bodenvegetation.

28. Sk, Insel Hallands Väderö. Rohhumusbuchenwald mit schlechten Buchen und flechtenbefallenen Birken, 5 cm Rohhumus, Heidelbeere und Heidekraut etc.

29. Sk, Hallands Väderö. Buchenwald von besserem Typus, jedoch nicht wirklicher Mullboden. In derselben Lokalität wurde die CO_2-Abgabe des Bodens bestimmt, vgl. Kap. 5.

30. Sk, Hallands Väderö. Hainartige Laubwaldgesellschaft auf Boden von grobem Sand und Gries. Kein Rohhumus.

31. Sk, Kspl Dalby. P. 1—4 in Mischwald von edlen Laubbäumen auf lehmigen Mullboden, P. 5 in Buchenwald auf demselben Boden.

32. Sk, Övedskloster. Gutgepflegter mittelaltriger hochproduktiver Buchenwald auf bestem Mullboden (*Allium ursinum* etc.). Sehr grosse Trockenheit bei der Probenahme, die Kräuter der Bodenvegetation halbwelk, Buchenlaub fiel vorzeitig ab.

33. Hl, Kspl Växtorp. Buchenwald auf gutem Buchenwaldboden, kein oder sehr schwacher Rohhumus, Braunerdeprofil; Verjüngung in Lichtungen gut ohne Bodenbearbeitung. Bei P. 3 jedoch deutlicher Rohhumus und Podsolprofil.

34. Vb, Kspl Degerfors. Birkenlaubbruch bei einem Bach auf Lehmboden; der Boden vielfach hohl, wie unterminiert, so bei P. 2.

35. Sk, Hallands Väderö. Erlenbruch, Boden nackt oder mit schütterer Sumfpflanzenvegetation. Ungewöhnliche Trockenheit bei der Probenahme.

36. Mischwald aus meist Kiefer auf flachem Lehmboden.

37. Vb, Kspl Degerfors. Der Moorkomplex Degerö Stormyr ist eingehend bei MALMSTRÖM geschildert. Pr. 11, 55 und 16 aus *fuscum*-Polstern u. dgl. in einer waldlosen Partie, 37—38 aus einem Zwergstrauchmoor mit schlechten Kiefern.

38. Vb, Kspl Degerfors. Einige verschiedene Kulturböden, zum Vergleich untersucht. Pr. 19 aus einem Rasen auf feinem Sand ganz nahe dem Misthaufen eines Bauernhofes, Pr. 23 aus einem Kartoffelfeld auf Alluvialsand, Pr. 29 aus einem viel geweideten und vom Vieh getretenen, mit kurzem Gras bewachsenen Abhang, Pr. 147—148 aus einer künstlichen Wiese. Pr. 149—150 in einem Haferfeld.

Erklärung der im Teil V der schwedischen Text verwandten schwedischen Pflanzennamen und einiger anderer Wörter.

Älggräs = *Filipendula ulmaria.*
Alm = *Ulmus montana.*
Ängskovall = *Melampyrum pratense.*
Ärenpris = *Veronica officinalis.*
Ask = *Fraxinus excelsior.*
Asp = *Populus tremula.*
Benved = *Euonymus europæa.*
Bingel = *Mercurialis.*
Björk = *Betula alba.*
Björkvintergröna = *Pyrola secunda.*
Björnbär = *Rubus fruticosus* coll.
Björnmossa = *Polytrichum commune.*
Blåbär(sris) = *Vaccinium myrtillus.*
Stor blåklocka = *Campanula persicæfolia.*
Blåsstarr = *Carex vesicaria.*
Blåtåtel = *Molinia cærulea.*
Blodrot = *Potentilla erecta.*
Bok = *Fagus silvatica.*
Borsttistel = *Cirsium heterophyllum.*
Buskstjärnblomma = *Stellaria holostea.*
Duvkulla = *Trientalis europæa.*
Dvärgbjörk = *Betula nana.*
Ek = *Quercus.*
Ekbräken = *Dryopteris Linnæana.*
Ekorrbär = *Majanthemum bifolium.*
En, enbuskar = *Juniperus communis.*
Fårkummer = *Geum rivale.*
Fjälltolta = *Mulgedium alpinum.*
Fräken = *Equisetum.*
Gråal = *Alnus incana.*
Gran = *Picea excelsa.*
Groblad = *Plantago major.*
Gullris = *Solidago virgaurea.*
Hagtorn = *Cratægus.*
Hallon = *Rubus idæus.*
Harsyra = *Oxalis acetosella.*
Hassel = *Corylus avellana.*
Häxört = *Circæa.*
Hjortron = *Rubus chamæmorus.*
Hönsbär = *Cornus suecica.*
Hultbräken = *Dryopteris phegopteris.*
Islandslav = *Cetraria islandica.*
Jämna = *Lycopodium complanatum.*
Kammossa = *Hypnum crista castrensis.*
Kärrviol = *Viola palustris.*
Kirskål = *Aegopodium podagraria.*
Klockljung = *Erica tetralix.*
Klotstarr = *Carex globularis.*
Konvalje = *Convallaria majalis.*
Kornfibla = *Scorzonera humilis.*
Kovall = *Melampyrum.*
Kråkris = *Empetrum nigrum.*
Kruståtel = *Aira flexuosa.*
Lingon = *Vaccinium vitis idæa.*
Linnéa = *Linnæa borealis.*
Ljung = *Calluna vulgaris.*
Majsmörblomma = *Ranunculus auricomus.*
Maskros = *Taraxacum.*
Midsommarsblomster = *Geranium silvaticum.*
Mjölke = *Chamænerium angustifolium.*
Mjuktåtel = *Holcus.*
Nässla = *Urtica dioica.*
Ormrot = *Polygonum viviparum.*
Pors = *Myrica gale.*
Ramslök = *Allium ursinum.*
Renlav = *Cladina.*
Revlummer = *Lycopodium annotinum.*
Rönn = *Sorbus aucuparia.*
Rosling = *Andromeda polifolia.*
Skogsbingel = *Mercurialis perennis.*
Skogsbräken = *Dryopteris spinulosa.*
Skogsfibla = *Hieracium murorum* L.
Skogskovall = *Melampyrum silvaticum.*
Skogssallat = *Lactuca muralis.*
Småvintergröna = *Pyrola minor.*
Snip = *Eriophorum alpinum.*
Solöga = *Ranunculus acer.*
Spindelblomster = *Listera cordata.*
Stagg = *Nardus stricta.*
Starr = *Carex.*
Stenhallon = *Rubus saxatilis.*
Stjärnmossa = *Astrophyllum.*
Stor blåklocka = *Campanula persicæfolia.*
Tall = *Pinus silvestris.*
Tuvtåtel = *Aira cæspitosa.*
Trekantmossa = *Hylocomium triquetrum.*
Trollbär = *Paris quadrifolia.*
Vänderot = *Valeriana officinalis.*
Vårfryle = *Luzula pilosa.*
Ven = *Agrostis.*
Viden = *Salices.*
Vitmossor = *Sphagna.*
Vitsippa = *Anemone nemorosa.*
Örnbräken = *Pteridium aquilinum.*

Einige andere Termini: *Boden:* blekjord = Bleicherde; mark = Boden; jord = Erde; råhumus = Rohhumus; rostjord = Rosterde. *Bodendecke:* mossdyna = Moospolster; naken = nackt; tuva = Polster. *Frequenz:* enst., enstaka = einzeln; fläckvis = fleckenweise; rätt mycket = ziemlich viel; rikl., rikligt = reichlich; sparsamt = spärlich; ymnig = abundant. *Feuchtigkeit:* blöt = sehr nass; fuktig = feucht; torr = trocken; våt = nass. *Konsistenz:* bladig = blätterig; fast = fest; lucker = locker; seg = zäh.

IVAR TRÄGÅRDH

SKOGSENTOMOLOGISKA BIDRAG. I.

För åtskilliga år sedan[1] påbörjade författaren publicerandet av en serie skogsentomologiska bidrag, vilka avsågo att omfatta kortare meddelanden om skogsinsekternas biologi, vilka å ena sidan ej lämpade sig för en utförligare behandling, å den andra sidan dock erbjödo så mycket intresse, att de syntes böra offentliggöras. Anledningen till det uppehåll i serien, som inträffat, är att söka ej i bristen på iakttagelser utan däri, att tiden ej förr räckt till för deras ut arbetande.

Härmed offentliggöres en fortsättning på dessa kortare bidrag, vilka hädanefter komma att bliva mera regelbundna än hittills. Alla teckningar äro ritade av min assistent, dr P. SPESSIVTSEFF.

1. Den gråbandade barkbocken. *Clytus* (*Xylotrechus*) *rusticus* L.

I en tidigare uppsats om tallbocken (s. 221), hade författaren anledning att instämma i BOAS' omdöme om de danska långhorningarna och framhålla, att även i vårt land denna grupps ekonomiska betydelse allt för mycket underskattats. Så t. ex. har tallbocken, som enligt HOLMGREN är föga skadlig, visat sig vara en synnerligen svår teknisk skadegörare, och nedanstående bidrag skola visa, att även flera andra arter göra betydande skada.

Till dessa hittills såsom skadeinsekter förbisedda arter höra också flera arter tillhörande tribus *Clytini*, vilken utmärker sig genom sin starkt välvda, på sidorna rundade halssköld och genom att antennerna äro kortare än kroppen. De flesta arter äro mycket karaktäristiska genom de bjärta tvärband, som finnas på halssköld och täckvingar (fig. 1 a—c), och åtskilliga arter ha i Indien och i Nordamerika gjort sig kända som svåra skadedjur, bl. a. på kaffe. Från Europa däremot föreligga i hela den äldre litteraturen blott enstaka strödda uppgifter och det är först under de senaste åren, som vi hos ESCHERICH (s. 388—394) finna en skildring av en härjning av en *Clytus*-art, *C. arcuatus* L, som i Pfalz gjort stora skador på fällda ekar.

[1] Skogsentomologiska Bidrag 1—5. Entomol. tidskr. 1914, s. 188—209.

Vad särskilt *Clytus rusticus* beträffar, så föreligga om densamma, så vitt jag kunnat finna, blott följande uppgifter. RATZEBURG (s. 240) citerar dels ett uttalande av SAXESEN, att den av honom påträffats under barken av fällda, men alldeles friska bokstammar och att den ej sällan förekom djupt inne i veden, dels en uppgift av SCHLOTTHAUBER, att han funnit skalbaggen dussinvis på aspar, som legat obarkade från

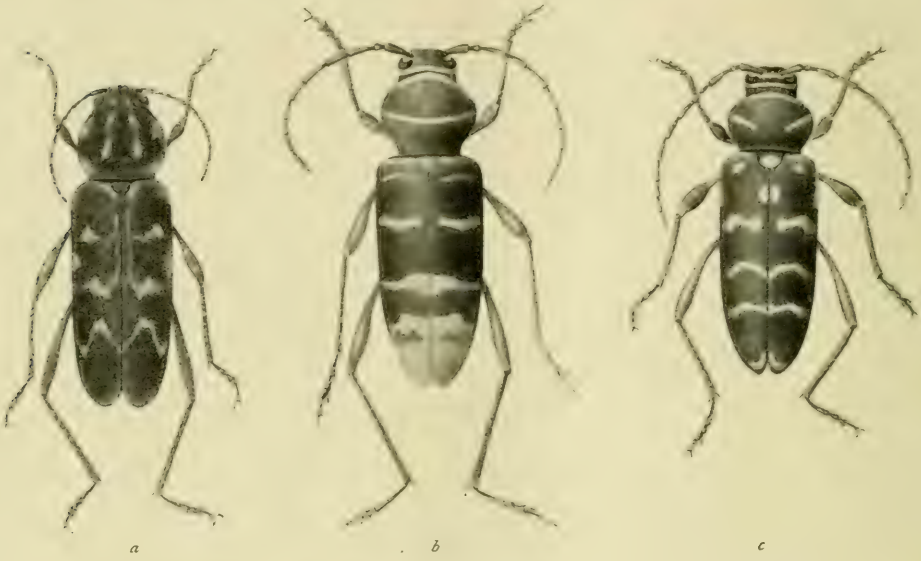


Fig. 1 *a*. Den gråbandade barkbocken (*Xylotrechus rusticus* L.); *b*. den bredbandade ekbarkbocken (*Plagionotus detritus* L.); *c*. den smalbandade ekbarkbocken (*P. arcuatus* L.)

våren och till skalbaggens flygtid. HENRIKSEN uppgiver i Danmarks fauna (s. 101): »Næringsplante ukendt».

Vidare finnes en uppgift i THOMSON (s. 37—38): »Ej sällsynt på bokstammar i Skåne, mera sparsamt förekommande i det mellersta Sverige». Den geografiska utbredningen är enligt GRILLS katalog Skåne—Hälsingland samt Jockmock.

Beskrivning.

Clytus rusticus (fig. 1 a) är till färgen svartbrun, med brunaktiga täckvingar. Hela kroppen är klädd med gråvita, tilltryckta hår, vilka på halsskölden bilda fyra otydliga, på mitten avbrutna längsstrimmor och på täckvingarna bilda tre mer eller mindre tydliga, sicksackformiga tvärband. Längd 11—16 mm.

Larven (fig. 2 a) är en typisk Cerambycin-larv, med huvudkapseln insänkt i protorax, så att blott den främsta delen är synlig och med pannan föga

utvecklad, så att de båda hjässhalvorna stöta samman i mittlinjen ett långt stycke, varjämte nackhålet blott är svagt antytt. Kroppen är bredast framtill, vid protorax, där en är 6 mm bred, avsmalnar bakåt till 1. abdominalsegmentet och är sedermera jämnsmal, omkring 4 mm bred, till det 7. segmentet, varefter den avsmalnar och är rundad baktill. Kroppen är högvälvd, något plattad framtill och försedd med djupa intersegmentala inskärningar, särskilt på rygg- och buksidan mellan de 3—7 segmenten. Ben finnas, men äro reducerade till knappast märkbara tappar.

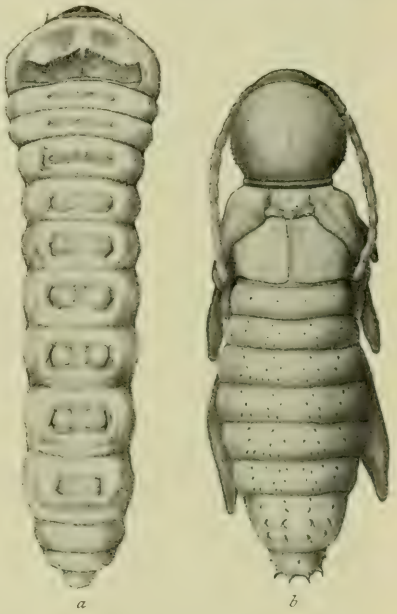


Fig. 2 *a*. Larv av den gråbandade barkbocken, sedd från ryggsidan. *b*. puppa av densamma. Båda figurerna förstorade. – Fig. 2 *a*. Larve von *Xylotrechus rusticus* L. Dorsalansicht; *b*. Puppe.

Protorax är baktill täckt av en smal sköld med framspringande sidohörn och mittparti, som är delad genom en otydlig sutur i mittlinjen; dess yta är refflad av längsgående fåror.

Såväl på rygg- som buksida finnas parvis anordnade krypvalkar, som på ryggen äro dåligt utbildade på meso- och metatorax samt på det 1. abdominalsegmentet, men väl utbildade på abdominalsegmenten 2—7. Dessa äro tätt besatta med större kutikulartoppar än de, som f. ö. finnas på kutikulan, och deras yta är genomdragen av ett vecksystem, som varierar rätt mycket såväl på de olika segmenten som på olika larver, men i huvudsak består av två par längsgående veck, förbundna med varandra genom tvärveck, som äro mer eller mindre tydligt framträdande, alltefter larvens konserveringstillstånd. Det täta nätverk av fåror, som HENRIKSEN avbildar för den 6. bakkroppsleden (l. c. fig. 79), saknar varje motsvarighet på det rika material jag varit i tillfälle att undersöka. På buksidorna äro krypvalkarna mera tydligt markerade, genom att de äro mörkfärgade (fig. 5 d), varjämte de hänga tillsammans i mitten; huden är intryckt på tre ställen, varifrån veck utstråla åt olika håll.

Puppan (fig. 2 b) har på halssköldens sidor små borst och har dessutom på bakkroppens översida parvis ordnade små borst, vilkas antal och placering framgår av figuren; i bakre delen av 7. segmentet sitta 4 par grövre, framåtböjda borst, ordnade i två tvärrader och i bakkanten av det sista segmentet sitta 2 par bakåtriktade borst.

Egna iakttagelser.

Första gången *Clytus rusticus* iakttogs var i Grönbo vid midsommartiden 1916. I kanten av ett område, som avbränts vid den s. k. Spannarbodabranden, stod en torr björk, som blev föremål för mitt intresse, enär jag väntade mig att i densamma finna björksplintborren. Så var emellertid ej fallet; på barken syntes enstaka rundat-ovala hål och när barken avlägsnades visade sig en mängd liknande hål, som gingo in i splinten, men ej genom barken, samt larvgångar, som grunt fårade splinten. Den slutsats, som kunde dragas av detta, var att någon insekt, som levat mellan barken och veden, gått in i veden för att förpuppa sig och nu börjat kläckas och bana sig väg ut genom barken, men att de flesta ännu voro kvar. Det gällde därför att få ut insekterna ur deras gömslen och vid dylika tillfällen brukar nikotin vara mycket användbart. Litet piprök blåstes in i hålen och omedelbart därefter kröp *Clytus rusticus* ut.

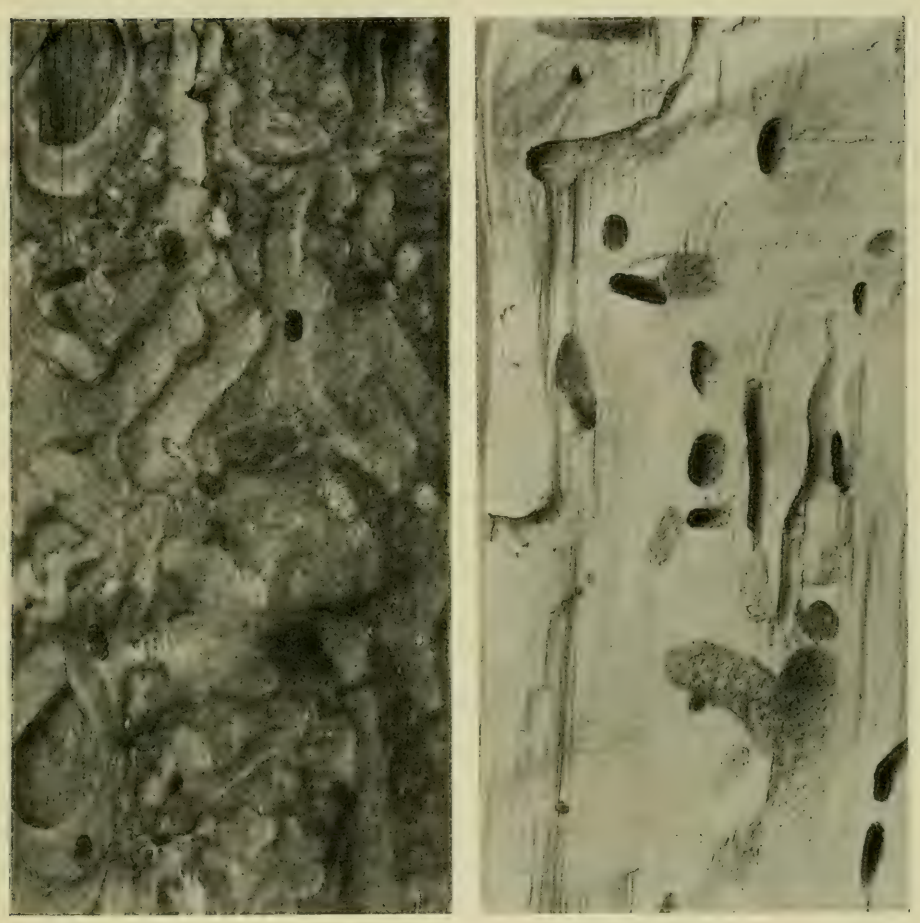
Sedan dröjde det i två år, innan djuret åter påträffades. Denna gång var det i Värmland, ävenledes strax före midsommar, ett par mil norr om Torsby; ett par obarkade aspstammar, som lågo vid vägen, hade ovala hål genom barken och en närmare undersökning visade, att även i detta fall blott ett fåtal av skalbaggarna lämnat sina puppkamrar.

Slutligen har arten påträffats somrarna 1920 och 1921 vid Rörström i södra Lappmarken, dels i björk-, dels i aspstammar, som voro fällda men obarkade. Endast i förra fallet blev larven kläckt; asparna voro redan övergivna, men flyghålens och gångarnas fullständiga överensstämmelse med de preparat, som tidigare insamlats bevisa till fullo, att det var fråga om samma art.

Då tidigare endast förelegat uppgift om att arten lever i bok — ty uppgiften, att den massvis anträffats krypande på aspstammar, utgör ju intet *bevis* för att den genomgår sin utveckling i dessa — har genom dessa senaste fynd antalet kända värdväxter ökats med två, nämligen asp och björk.

Den närmare beskaffenheten av de träd som angripas, känner man emellertid ej, men vissa hållpunkter har man dock fått genom de senaste fynden samt av de erfarenheter, som författaren för övrigt samlat rörande björkens och aspens långhorningsfauna.

Vad björken beträffar, så är det säkerligen ingen tillfällighet, att vid Grönbo ett av branden skadat, stående träd, blev angripet. Sammanställes detta med den omständigheten, att den vid Rörström angripna björkstammen även var angripen av björksplintborren och ytterligare en långhorning, *Saperda scalaris* — av vilka den förra blott angriper stå-



a *b* Foto av förf.

Fig. 3 *a*. Gångar och flyghål av den gråbandade barkbocken på aspstam; *b*. gångar i veden av aspstam. $^1/_1$. — Fig. 3 *a*. Gänge und Fluglöcher von *X. rusticus* in Espe; *b*. Gänge derselben in Espe.

ende träd — så framgår härav som sannolikt, att Clytus arcuatus blott angriper skadade björkar på rot.

Vad aspen beträffar, så synes förhållandet vara annorlunda. Vid båda tillfällena påträffades *Clytus rusticus* på fällda, obarkade stammar. Sammanställes detta med den vid talrika tillfällen gjorda iakttagelsen, att arten ej förekommer i torkande eller döda ringbarkade aspar — vid Rörström funnos exempelvis flera dylika i närheten av den fällda asp, vari arten anträffades — så förefaller det sannolikt, att blott liggande obarkade aspar angripas.

Larvgångar, puppkammare och flyghål.

Gångarna äro så pass olika, allteftersom det är i björk eller i asp som de förekomma, att det ej är möjligt att giva dem en gemensam karaktäristik.

I *aspen* äro de rätt djupt nedgrävda i splintytan (fig. 3 a) med plan yta i mitten av gången och rätt brant sluttande sidor; deras yta är slät och de tilltaga så småningom i storlek för att slutligen nå en bredd av 10—12 mm. Endast en del av gången förlöper emellertid mellan barken och veden; i likhet med tallbockens larver går *Clytus rusticus*' larver, när de förekomma i aspen, djupt in i veden, där de göra gångar i alla riktningar (fig. 3 b); de hål, som leda in i dessa gångar, äro nästan cirkelrunda och mäta omkring 3 mm i diameter. Varken gångarna under barken eller i veden befrias från borrmjöl, utan detta ligger tätt packat i dem. Före förpuppningen föres gången mot periferien och utvidgas något till en puppkammare, som är oval i genomskärning med 7,5 × 4 mm i diameter (fig. 4 a).

På *björken* förlöpa larvgångarna helt och hållet mellan barken och splinten och det är endast puppkammaren, som ligger i veden. På fig. 4 c synes detta tydligt; till höger se vi larvgången, fylld med en tätt packad massa av gnagspån; den böjer av snett in i veden i omkring 130° vinkel och viker sedan av utåt periferien; den inåtgående delen är fylld med gnagspån, den utåtgående delen, vars väggar äro svartaktiga, är själva puppkammaren och har en längd av omkring 20 mm, största diametern är 6 mm.

Gångarnas olikhet i asp och björk sammanhänger väl med dessa trädslags väsentligt olika hårdhetsgrad. Det är ej förvånansvärt, att larverna i aspens lösa ved tränga djupt in, medan de i björkens hårdare ved först gå in som fullvuxna för att förfärdiga sin puppkammare. Härav följer, att arten är en vida större teknisk skadegörare på asp än på björk.

Angående *Clytus rusticus*' skadegörelse finnas inga uppgifter, men det är omöjligt att avgöra, huruvida detta innebär, att en dylik sällan förekommer eller beror därpå att den förbisetts. Den omständigheten, att aspstammar, som skola användas till tändsticksfabrikation, ej få kvarligga över sommaren i skogen, förhindrar dock, att de angripas av gråbandade barkbocken. Och någon fara att djuret skulle kunna uppträda som lagerinsekt synes ej föreligga, då man vet vilken utpräglad solskensform den är.

2. Den smalbandade ekbarkbocken *Clytus* (*Plagionotus*) *arcuatus* L.

Denna art är utomordentligt karaktäristisk till följd av de bjärt gula tvärband, som finnas på täckvingarna och halsskölden och vilkas utseende framgår av fig. 1 c. Den närstående arten *C. detritus* skiljer sig från *arcuatus*

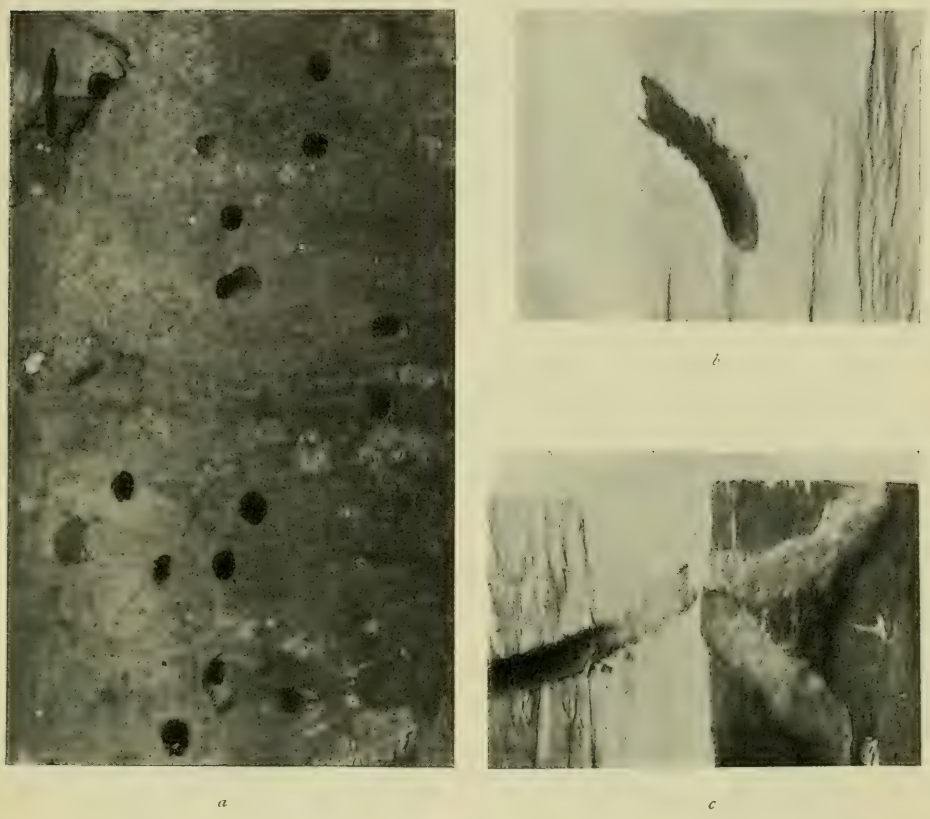


Fig. 4 *a*. Flyghål av den gråbandade barkborren i aspstam; *b*. puppkammare av densamma i björk; *c*. t. h. larvgångar, dels tomma, dels fulla med tätt packade gnagspån; den senare övergående i en puppkammare — Fig. 4 *a*. Fluglöcher von *X. rusticus* in Espe; *b*—*c*. Puppenwiegen derselben in Birke.

bl. a. genom den stora gula fläcken i täckvingarnas spets samt genom den smala, bågböjda strimman, som korsar halsskölden (fig. 1 c).

Även om denna arts skadegörelse saknas uppgifter i den äldre skogsentomologiska litteraturen. Det är först ESCHERICH, som år 1916 riktar uppmärksamheten på densamma. Till följd av den med kriget följande bristen på arbetskraft fingo särskilt i Pfalz, men även i andra delar av Tyskland ekstammar i stor utsträckning ligga kvar i skogen över sommaren. Härigenom fick ekbarkbocken, som ynglar i dylika ekstammar, synnerligen gynnsamma förökningsmöjligheter och tilltog så i antal, att man kunde tala om en verklig *Clytus*-kalamitet.

I Sverige har författaren iakttagit ekbarkbocken i Skåne och Halland överallt, där obarkade ekstammar fått ligga kvar under sommaren, och då detta synes höra till regeln, har den varit mycket allmän; man

har anledning förmoda, att den i sällskap med *C. detritus* uppträder på samma sätt under barken av fällda ekstammar inom ekens hela utbredningsområde, då båda arterna av RINGSELLE (s. 237) påvisats så långt norrut som i N. Upland.

Larven (fig. 5 a) har samma kroppsform som den gråbandade barkbockens larv men avviker i flera avseenden från densamma. Vi se härvid bort från de mera detaljerade olikheter, som finnas i huvudkapselns och mundelarnas form, på vilka vi här ej kunna ingå. Protoracalskölden är sålunda mycket större och saknär sutur i mittlinjen, varjämte på sidan om densamma finnes ett par smala sköldar. Krypvalkarna, vilkas byggnad allmänt tillmätes stor betydelse av systematici, äro likaledes av en annan typ såväl på översidan (fig. 5 b) som på undersidan (fig. 5 e). På översidan äro krypvalkarna avlångt-ovala och på sidorna begränsade av tydliga fåror samt med en svag, längsgående fåra i mitten, som korsas av tvänne tvärfåror, av vilka den främre är tydligare markerad och den bakre nära sidokanten sänder ut en mindre fåra framåt och en bakåt. På buksidan äro krypvalkarna ej mörkfärgade som hos *Cl. rusticus* samt försedda med fyra från en gemensam punkt utstrålande fåror, av vilka den yttre i sin tur utsänder en kort fåra framåt och en bakåt.

Puppan (fig. 5 g) liknar den gråbandade barkbockens men är lätt skilja från densamma på grund av den avvikande placeringen av de uppåtböjda borsten i bakkroppens spets. På *Cl. arcuatus* (fig. 26) sitta tre par i en tvärrad nära bakkanten av det 7. segmentet samt två par nära mittlinjen, det ena bakom det andra. På sista segmentet sitter innanför bakkanten två par små, uppåtböjda borst i en tvärrad.

Larvgångar, puppkammare och flyghål.

Larvgångarna (fig. 6 a) ligga mellan barken och veden och hava ett slingrande förlopp samt fåra tydligt splintytan med en profil, som är svagt bågformig. De äro fyllda med en tätt packad massa av gnagspån, som vanligen vid barkens avlägsnande kvarsitter på dennas insida (fig. 6 b), vari gången också är djupt inskuren. För övrigt äro gångarna rätt långa — ända till 35 cm — och tilltaga rätt obetydligt i bredd i den sista hälften, där de äro omkring 13 mm breda. ESCHERICH har iakttagit, att larvgångarna inträngа djupt i veden, och avbildar ett tvärsnitt av en omkring 10 cm tjock ekstam, där två gångar ligga resp. 3,5 och 7,2 cm djupt. Något dylikt har jag aldrig observerat, men sannolikt inverka dimensionerna och den därmed sammanhängande barktjockleken på gångarnas läge, så att de gå djupare in i stammar av mindre dimensioner. Mitt undersökningsmaterial har uteslutande bestått av grövre stammar och i dessa ha endast puppkamrarna legat inne i veden.

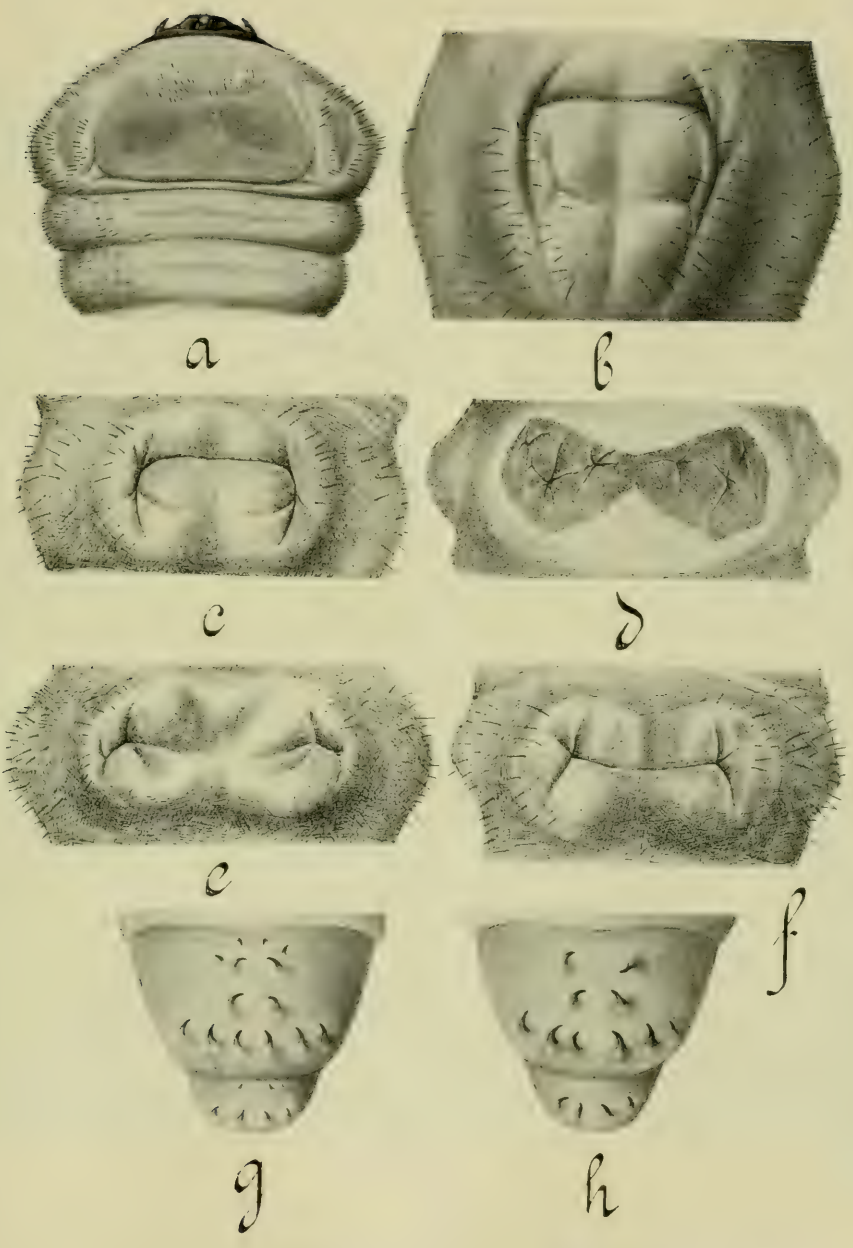
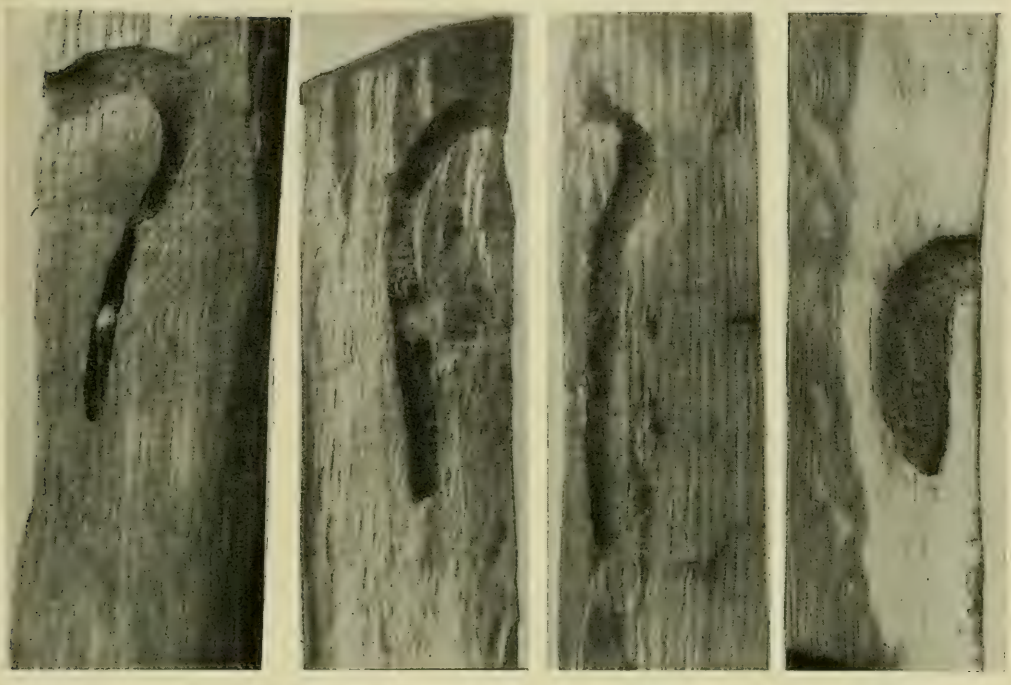


Fig. 5 *a*, Bröstsegmenten av *Plagionotus arcuatus*, sedda från översidan; *b*, 6. bakkroppssegmentet av densamma, från ryggsidan; *c*, dito av *P. detritus*; *d*, 4. bakkroppssegmentet av *X. rusticus*, från buksidan; *e*, dito av *P. arcuatus*; *f*, dito av *P. detritus*; *g*, bakkroppsspets av puppan av *P. arcuatus*, från ryggsidan; *h*, dito av *P. detritus*. — Fig. 5 *a*, Thoracalsegmente von *Plagionotus arcuatus*; *b*, 6. Abdominalsegment von *P. arcuatus*, von oben gesehen; *c*, dasselbe von *P. detritus*: *d*, 4. Abdominalsegment von *X. rusticus*, von Unten; *e*, dasselbe von *P. arcuatus*; *f*, dasselbe von *P. detritus*; *g*, Abdominalspitze der Puppe von *P. arcuatus*, Dorsalansicht; *h*, derselbe von *P. detritus*.

a *b* Foto av förf.

Fig. 6 *a*, Gångar samt flyghål av den smalbandade ekbarkbocken på ek; *b*, gångar på insidan av ekbark, fullproppade med tätt packade gnagspån. $^1/_1$. — Fig. 6. Gänge von *Plagionotus arcuatus* auf Eiche.



a *b* *c* *d*

Foto av förf.

Fig. 7 *a—c*, Puppkammare av den smalbandade ekbarkbocken; *d*, puppkammare av den bredbandade ekbarkbocken. $^1/_1$. Fig. 7 *a—c*, Puppenwiegen von *Plagionotus arcuatus; d*, Puppenwiege von *P. detritus*.

Puppkamrarna variera rätt mycket till sitt utseende och ha sin form exempelvis ej på långt när så fixerad som hos den allmänna barkbocken. De bifogade figurerna belysa detta (fig. 7 a—c); ibland svänger gången in 6—7 mm. i veden men böjer sedan i en rund båge av mot ytan och fortsätter på ett avstånd av blott 2 mm ifrån denna, nående en längd av omkring 5,5 cm (fig. 7 c); ibland går gången först i något sned riktning omkring 1,8 cm djupt, böjer sedan i en rund båge av utåt och närmar sig sedermera så småningom splintytan, så att dess spets blott ligger omkring 7 mm från denna (fig. 7 a) och slutligen kan det hända, att puppkammaren löper på ett avstånd av omkring 1 cm innanför splintytan, något sånär paralell med denna, men dock alltid med spetsen något närmare ytan (fig. 7 b).

Trots dessa olikheter utmärker sig puppkammaren dock alltid därav, att gången ligger djupast på den punkt, där den böjer av i en båge, ty sedermera närmar den sig så småningom — ibland mera, ibland mindre — till splintytan.

Skadegörelse.

Den smalbandade ekbarkbocken är en utpräglat *sekundär* skadeinsekt, som hos oss åtminstone hittills blott iakttagits på fällda stammar. På dessa gör den genom sina puppkammare en teknisk skadegörelse, som ej bör underskattas, ty vid talrik förekomst fördärvas den yttre vedmanteln till ett djup av minst 2 cm. Vid Kolleberga åsamkades enligt benäget meddelande från jägmästare J. LINDNER köparen av ett parti ekvirke på detta sätt en förlust av 800 kr. Han hade dock sig själv att tacka härför, enär han uraktlåtit att i tid bortföra virket ur skogen. Det rörde sig om 297 st. ekstockar om sammanlagt 159,68 kbm, värderade till 4,880,80 kr., vadan förlusten uppgick till 12,5 % av inköpssumman.

Förutom på fällt virke har skadegörelse också iakttagits på telefonstolpar. I vissa delar av Skåne, t. ex. utefter landsvägen från Lund till Dalby, användas nämligen smala, obarkade ekstammar till telefonstolpar och under barken av dessa påträffar man talrikt *Clytus*-gångar. Vare sig dessa stammar redan angripits i skogen eller först efter uppsättandet, så är det klart, att *Clytus*-gångarna minska deras livslängd, ty i puppkamrarna inträngа naturligtvis fuktighet och de bilda angreppspunkter för inträngande rötsvampar.

Åtgärder mot ekbarkbocken.

Då stammar, som kvarligga obarkade över sommaren, utan undantag angripas av ekbarkbocken, böra de bortföras ur skogen före maj månads utgång. ESCHERICH har funnit, att stammar, som ligga i skuggan, ej angripas, något som överensstämmer med vad författaren funnit vara fallet med tallbocken (s. 231—232). Man kunde då tänka sig, att det vore möjligt att skydda ekstammarna genom att låta dem ligga kvar i skogen men placera dem i skuggan, och detta har också ESCHERICH föreslagit. Detta förtjänar i varje fall att undersökas.

Om det möter hinder att bortföra virket före sommarens inträde, kan det få kvarligga i skogen, om det blott barkas på hösten. Vid denna tidpunkt hava larverna ännu ej gått in i veden, varför ingen skada skett, och genom barkningen är det sannolikt, att de flesta larver förgöras.

3. Den bredbandade ekbarkbocken. *Clytus* (*Plagionotus*) *detritus* L.

Denna art har liksom den smalbandade ekbarkbocken ett antal gula tvärband på översidan, men de äro av olika form och utseende (fig. 1 b). På halsskölden finnes en smal, bågböjd tvärlinje och på täckvingarna 5 par tvärlinjer, vilka tilltaga i bredd bakåt, så att det sista paret, som motsvarar de två små smala fläckarna i täckvingarnas spets hos *C. arcuatus*, är förstorat till stora fläckar, som upptaga täckvingarnas hela spets och

vid deras mittkant sammanhänger med det 4. paret. Vidare äro täckvingarna ej så mörka som hos *C. arcuatus* och genom de stora gula tvärbanden får den bredbandade ekbarkbocken en slående likhet med en geting.

Angående dess levnadssätt har författaren ej varit i tillfälle att göra några iakttagelser. Av allt att döma är den i Sverige sällsyntare än *C. arcuatus*, ehuru den har samma utbredningsområde. Mitt material är insamlat av Dr N. A. KEMNER vid Experimentalfältet och från honom inköpt för skogshögskolans räkning.

Larven är av samma typ som hos *C. arcuatus* och har som denna ett par små halvmånformiga sköldar utanför protoracalskölden. Krypvalkarna äro betydligt kortare och bredare (fig. 5 c) med en otydligt markerad fördjupning i mitten; de genomdragas av två tvärlinjer, som sammanlöpa på sidorna och omgiva ett smalt, tvär-ovalt fält; från den punkt där linjerna mötas, utgå fyra smärre fåror, två framåt och två bakåt. På buksidan utmärkas krypvalkarna av en tvärgående fåra, från vars ändar utgå tre fåror, två framåt och en bakåt (fig. 5 f).

Puppan liknar *C. arcuatus*' puppa genom beväpningen på de två sista bakkroppssegmenten. Vissa olikheter finnas dock, i det att de smärre borsten saknas såväl på det sista som det näst sista segmentet (fig. 5 d).

Larvgångarna avvika något från *C. arcuatus*' därigenom att de äro grundare och bredare, ända till 17 mm breda.

Puppkammaren (fig. 7 d) har hos denna art en mera regelbunden form än hos *C. arcuatus* och är kortare men bredare, nående en längd av 3,5 cm och en bredd av 11 mm.

4. Myskbocken (*Aromia moschata* L).

Även om denna art gäller det, att dess betydelse underskattats. Så t. ex. säger NÜSSLIN (s. 145) »Gewöhnlich nur in anbrüchigen Stellen alter Weidenstämme, kommt aber auch gelegentlich in alten Setzlingsstöcken von Weidenhegern vor und scheint alsdann wie der Weberbock öfters mit ihm gemeinsam zu schaden». Dessa uppgifter äro för övrigt hämtade ur JUDERICH-NITSCHE (s. 579).

Samma uppfattning, att myskbocken blott angriper gamla murkna sälgstammar finner man i de flesta andra handböcker. Så t. ex. skriver CECCONI (s. 268) »La femmina depone le uova esclusivamente nelle fenditure della corteccia di salici vecchi e invasi da altri insetti, oppure su piante tenute a capitozza».

GILLANDERS däremot (s. 55) tyckes tillmäta myskbocken en större betydelse, ehuru han uttrycker sig rätt svävande. »In the larval stage it is very destructive to willow trees, and very often attacks lime-trees,

but it is generally found in the rough stems of old pollarded willows, and in fact, is said to be very common in all willow growing districts.»

Den ende, som synes haft en riktig uppfattning om myskbockens skadegörelse är ALTUM, som skriver (s. 333): »Man findet diesen Käfer überall in stärkeren Weiden, namentlich Kopfweiden. Dieselben zeigen sich mehr oder weniger stark anbrüchig. Allein einen grossen Theil der Schuld der Verletzung kommt ohne Zweifel auf Rechnung seiner Larve, welche freilich an den Raupe des Cossus ligniperda eine völlig ebenbürtige Genossin findet. Die Gänge beider durchsetzen den Weidenstamm in allen Richtungen, die Raupe arbeitet in der Regel tief am Boden, die Käferlarve höher».

Egna iakttagelser.

Myskbocken observerades av författaren första gången vid Hvidkilde på södra Fyn i början av augusti 1916. I en sälg växande vid stranden av Sörup sjö därstädes kröpo några myskbockar omkring. Detta fynd gav anledning till att spår efter larvernas verksamhet eftersöktes, varvid på flera av de omkring 7 cm tjocka grenarna ovala hål påträffades. Framhållas bör, att dessa grenar ej voro döda, och i intet avseende skiljde sig från andra grenar, som ej voro angripna.

Denna iakttagelse visar, att den äldre åsikten om myskbockens förkärlek för gamla murkna sälg- eller pilstammar är felaktig.

Vid närmare undersökning av grenarna framgick det, att myskbockens larvgångar åtminstone i dessa dimensioner äro synnerligen karaktäristiska och byggda efter en viss, bestämd typ. Huru gångarna anläggas och tillväxa, har jag däremot ej varit i tillfälle att iakttaga, utan beskrivningen hänför sig till de färdiga gångarna. Figg. 8 a—c åskådliggöra deras utseende.

Särskilt när gångarna anträffas i grenar av 7—8 cm diameter och ej förekomma tätt tillsammans, får man en god föreställning om deras typiska utseende (fig. 8 a). Man finner då, att början av gången alltid ligger mellan barken och veden, men sedan sträcker sig in i veden i form av en 2—4 cm djup, men blott 5 mm bred håla, som når en längd av omkring 2 cm. Från denna håla, som sträcker sig in till centrum av grenen, utgå två gångar, en uppåt och en nedåt i centrum av grenen; dessa gångar äro ovala i genomskärning, mätande 10—15 × 4—5 mm och 4—6 cm långa och äro ej alltid båda utbildade. Vidare finnas i den yttre delen av hålan likaledes två gångar, en uppåt och en nedåt, som äro mycket kortare än de förra och delvis genomborra splintytan; den övre av dessa

a *b* Foto av förf.

Fig. 8 *a*, Längdsnitt genom en av myskbocken (*Aromia moschata*) angripen sälgstam; *b*, två tvärsnitt genom en angripen sälgstam. $^1/_1$. Fig. 8. Gänge in Weide, von *Aromia moschata* gemacht.

står i förbindelse med flyghålet. Betydelsen av dessa olika delar liksom den ordning, i vilken de anläggas, återstår ännu att utforska.

Fig. 8 b visar ett träsnitt genom en dylik gren, varpå vi se den platta hålan, som sträcker sig från periferien och ända till grenens mitt, där den sänder ut en gång nedåt; den ovala gången, som synes nedanför mitten, sammanhänger ej med denna larvgång, utan med en annan. Fig 8 c visar ett tvärsnitt 3,5 cm längre ned.

5. Tallblomviveln (*Anthonomus varians* Payk).

Släktet *Anthonomus* är mest bekant genom de arter, *äppleblomviveln* och *hallonblomvivetn*, som äro skadedjur i trädgården. Den art, som här skall behandlas, kallas på tyska »Kiefernknospenstecher», och skall enligt uppgifter i Nüsslin (s. 200) på våren utöva sitt näringsgnag på barren och axeln av årsskotten och lägga 1—2 ägg i spetsknopparna, vilka sedermera urätas av larven, så att de antingen torka eller också utveckla sig till förkrympta skott. Ser man närmare efter, varifrån Nüsslin fått denna uppgift, finner man, att sagesmannen är ryssen Lindemann, vilken enligt Köppen ger följande skildring:

»Wenn man in alten Kiefernwälder sein Augenmerk dem jungen Nachwuchse zuwendet, so fällt es sofort auf, dass ein grosser Theil desselben aus sehr kränklichen Bäumchen besteht. Sie wachsen unregelmässig; der Stamm ist gekrümmt, in Folge der Vernichtung der Gipfelknospe; die Anzahl der Zweigen ist sehr gering, und auch diese sind spärlich mit vergilbten Nadeln besetzt. Aber ungeachtet dieses kränklichen Aussehens, fristen diese Bäumchen noch einige Jahre ihr elendes Dasein, bis sie endlich entweder aus Entkräftung absterben, oder, wenn sie sich erholen, zum Bauholze untauglich werden. Solcher Kiefern gibt es im Walde der Petrowskischen landwirtschaftlichen Akademie sehr viele; und überhaupt bildet diese Erscheinung keine Ausnahme oder Seltenheit. Ich habe mich überzeugt, dass die Urheber jenes kränklichen Zustandes der genannten Bäumchen zwei kleine Rüsselkäfer sind: *Brachonyx indigena* und *Anthonomus varians*. Der letztere kommt bei uns in enormer Anzahl vor. Im Laufe der ersten Hälfte des Mai nährt er sich von den Nadeln junger Kiefern und von den Säften junger Triebe, die er ihnen in derselben Weise entzieht, wie es *Hylobius abietis* thut. Um Mitte Mai findet das Eierlegen Statt. Zu diesem steigen die Weibchen auf die Knospen, bohren mittels des Rüssels ein kleines Loch hinein und deponiren daselbst ein oder zwei Eier. Die Larven zehren an dieser Knospe, die, je nach dem Maasse der Beschädigung, entweder vertrocknet oder einen schmächtigen und unregelmässig gekrümmten Trieb abgibt».

Innan vi ingå på denna Lindemanns skildring skola vi först redogöra för egna iakttagelser.

Egna iakttagelser.

Första gången tallblomvivelns skadegörelse iakttogs var i juni 1916 vid Bjurfors. På ett par Banksiana-tallar voro fjolårsbarren liksom avbitna ett stycke från toppen och de avbitna barren hade i spetsen en bjärt, rödgul zon. Ingen insekt syntes till, men vid skakning av tallarna över ett upp- och nedvänt paraply insamlades ett mycket stort antal tall-

blomvivlar, vilka synbarligen voro alldeles nykläckta, enär de voro ljust färgade, samt vid minsta beröring läto sig falla ned till marken. En mängd barr voro torkade och grågula i spetsen och närmast den torra delens bas funnos på den konkava sidan av barret ett par hål. Att döma härav hava således spetsarna av barren ej direkt avbitits, utan djuren hava bitit ett par små hål, varpå barrens spets torkat och sedermera avfallit.

Nästa iakttagelse gjordes vid Hällnäs den 18 juli 1918. På en rikligt blommande tall upptäcktes tallblomviveln sittande på barren, och vid undersökning av hanblommorna, som föreföllo att vara hopgyttrade, visade det sig, att de voro urhålkade och innehöllo runda hålor, klädda med en hård men spröd massa, som bildade ett slags kokonger. I en dylik kokong satt en nykläckt tallblomvivel. Liknande iakttagelser ha sedermera gjorts upprepade gånger. Så t. ex. påträffades talrikt med puppor den 4 juli 1919 vid Bispgården och den 30 maj anträffades larver talrikt vid Omberg. Även observationer över de nykläckta skalbaggarnas näringsgnag föreligga. Jag anför efter mina anteckningar följande: »Jörn den 21 juli 1918. På flera martallar var ett stort antal av årsskottens barr kortare än de övriga barren och torkade, utan att någon skadegörelse kunde upptäckas»; den 23 juli, samma lokal: material av de korta tallbarren i spetsen på årsskotten insamlades. Barren hade vid basen på insidan, innanför slidan några hål».

26 juli 1918 Älvsbyn: »De gula barrens gåta löst. Om man drog ut barren ur slidan, såg man på den av slidan omgivna delen av barret en rad av fina hål, som gingo utifrån och inåt och på barrets konkava sida voro utvidgade till runda hålor, 3—4 i rad, tätt bredvid varandra. Vidare iakttogos fina hål gående utifrån genom slidan och slutligen funnos på de angripna skotten här och var exkrementer, påminnande om skalbaggars. Synnerligen påfallande var, att skotten voro mest skadade på tallar, som blommat rikt samt på de grenar, som buro hängen, vilka i stor utsträckning angripits av tallblomviveln. I många fall voro över 50 % av barren skadade på detta sätt och torra, i extrema fall hade hela skottets utveckling därigenom hämmats. Tallblomvivlar, som höllos i fångenskap, åto barren på samma karaktäristiska sätt. Av dessa spridda iakttagelser framgår

1) att tallblomvivelns larver utvecklas i tallens hanblommor,

2) att näringsgnaget försiggår på tallens barr.

Beträffande LINDEMANN'S uppgifter, så omnämner han skadegörelse å barren, ehuru densamma ej närmare karaktäriseras, och denna uppgift är genom mina iakttagelser bestyrkt. Vidare omnämner han skadegörelse på själva skotten; en dylik har jag ej iakttagit, men då t. ex. en annan art, barrviveln, som lever på barren, även iakttagits skada skotten, så har man

ingen anledning betvivla denna uppgift. Vad däremot äggläggningen och larvens levnadssätt beträffar, så är det otvivelaktigt, att de knoppar, vari LINDEMANN iakttagit denna, måste ha varit knoppar, som sedermera utvecklats till hanblommor, ty under mina talrika, i olika delar av landet utförda undersökningar över tallknopparnas insektsfauna hava aldrig några *Anthonomus*-larver påträffats i dem.

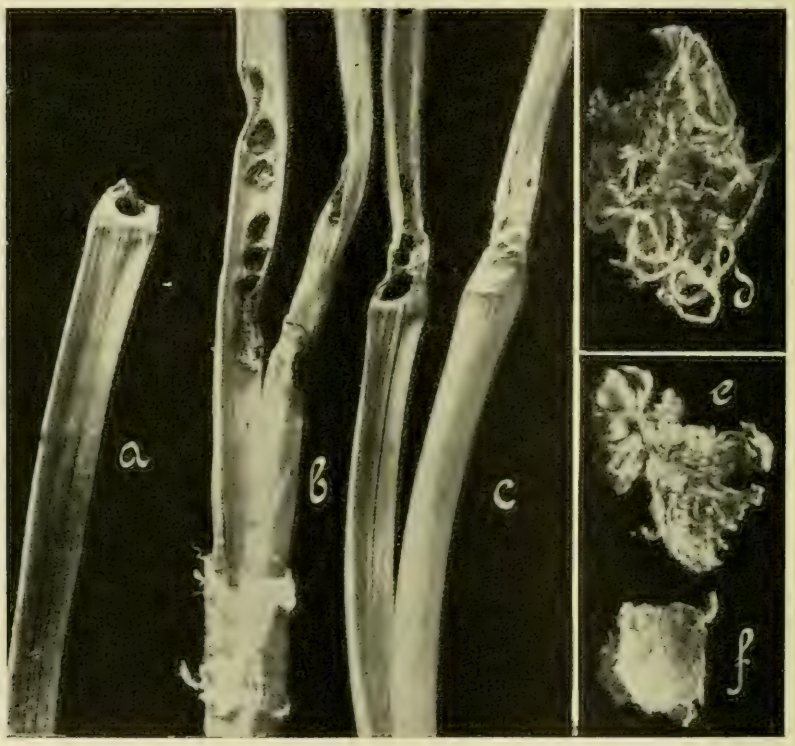


Foto av förf.

Fig. 9 *a—c*. Tallbarr, angripna vid tallblomvivelns (*Anthonomus varians*) näringsgnag; *d*. trådformiga exkrementer, betäckta av pollenkorn; *e*. hanblomma med delar av kokong fastsittande; *f*. stycke av kokongen. Stark förstoring. — Fig. 9 *a-c*. Kiefernadeln, von *Anthonomus varians* beim Ernährungsfrass beschädigt; *d*. Excrementhaufen; *e—f*. Teile des Kokongs.

Skadegörelsen på barren vid skalbaggens näringsgnag.

Som av de ovan anförda anteckningarna framgår, sker näringsgnaget ej fullt på samma sätt på de unga, outvecklade årsbarren som på fullt utvecklade barr. I båda fallen gräver skalbaggen med sin snabel ut små runda hålor på innersidan av barren; dessa kunna ibland tränga igenom barret ut på den andra sidan. Dessa hålor äro synnerligen karaktäristiska och sitta ofta i rader av 6—8 stycken (fig. 9 b). På de

outvecklade barren finnas de alltid vid basen, ända in i slidan och de medföra i detta fall, att barrens tillväxt avstannar och de torka och gulna. På mera utvecklade barr däremot sker skadegörelsen vanligen i deras yttre hälft (fig. 9); denna torkar, angripes ofta av svampar och brytes slutligen utav (fig. 9 a). Man kan ofta finna stora mängder dylika avbrutna barr och, om man ej varit i tillfälle att följa förloppet, ser det ut, som om barren blivit avbitna. I allmänhet är det dock även i detta fall lätt att avgöra, om skadan gjorts av tallblomviveln; ty dels är brottytan vanligen i så fall urhålkad, dels befinner sig nedanför densamma ett smalt tvärband, som är något uppsvällt och till färgen gult (fig. 9 c). När näringsgnaget sker, framgår delvis av de ovan meddelade anteckningarna. De nykläckta tallblomvivlarna framkomma i mellersta och södra Sverige i sista hälften av juni, i norra Sverige ungefär en månad senare och göra då sitt eftergnag, men skrida ej till fortplantning förrän följande vår. Det förefaller, som om djuren skulle vara rätt tröga, ty de skadade barren finner man företrädesvis på de kvistar, som uppbära tallblommor. Vidare sker näringsgnaget troligen såväl under eftersommaren som under våren, ty annars kan man ej förklara, att såväl utvuxna som halvvuxna barr angripas.

Fig. 10. Hanblommor av tall, angripna av tallblomviveln, med flyghål och exkrementsamlingar. — Männliche Kiefernblumen, von *Anthonomus varians* befallen, mit Fluglöcher und weiss-gelbe, drahtförmige Excrementen.

Larvens skadegörelse i tallblommorna.

De tidigaste stadierna av denna skadegörelse har författaren ej varit i tillfälle att iakttaga. När skadegörelsen är fullbordad och larverna äro

fullvuxna, röjes deras närvaro därav, att hanblommorna förefalla att vara hopkittade med varandra och i mellanrummen mellan dem observerar man en ljusgul massa av fina, hopslingrade trådar. Ser man närmare efter, så finner man innanför hanblommorna rundade kokonger, omkring 2,5 mm i diameter. Dessa, som äro puppkamrarne, äro förfärdigade av en gulbrun, spröd massa, som synes bestå av exkrementer och är tätt pudrat med pollenkorn. Dessutom finner man överallt mellan blommorna oregelbundna nystan av trådar, till färgen gulvita, vilka utgöra larvens exkrementer och äro tätt besatta med pollenkorn (fig. 9; fig. 10).

För övrigt lägger man märke till, att en stor del av hanblommorna äro uppätna av larverna och att resterna av blommorna komma till användning

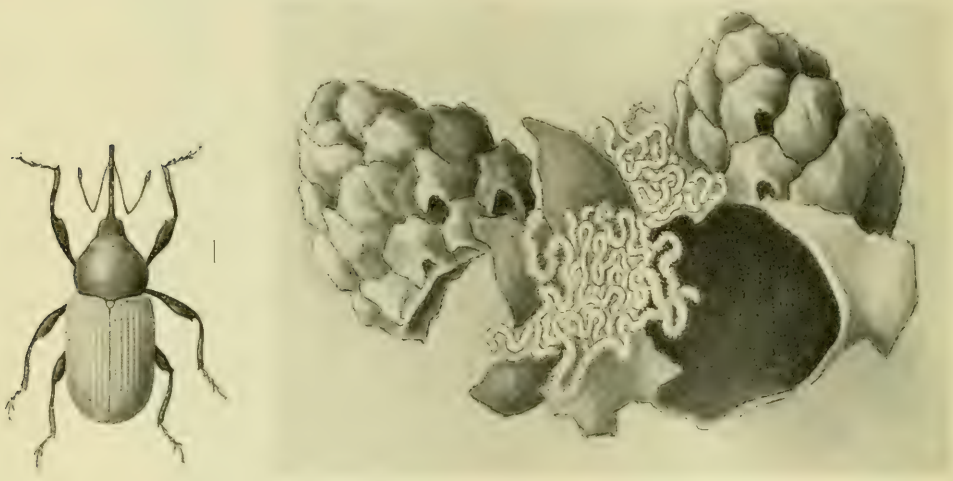


Fig. 11 a. Tallblomviveln (*Anthonomus varians* PAYK); *b*. ett par hanblommor av tallen, jämte delar av ett par kokonger och de gulvita, trådformiga exkrementen. — Fig. 11 *a*. Der Kiefernblumen-Rüsselkäfer (*Anthonomus varians*); *b*. ein Paar zerstörte Kiefernblumen, mit Kokongs und drahtförmige, von Pollen bedeckten Excrementen.

vid kokongernas förfärdigande (fig. 11 b). Att en kokong förekommer hos en blomvivelart är av stort intresse, när man tar i betraktande, att ingen dylik finnes hos andra *Anthonomus*-arter och att arter tillhörande samma släkte eller åtminstone undersläkte bruka ha samma vanor i detta avseende. Av bladminerarvivlarna, tillhörande släktet *Orchestes*, avviker visserligen poppelbladmineraren från ek- och bokbladminerarna genom att den ej har någon kokong, men den avviker samtidigt så mycket även i andra avseenden, att den föres till ett särskilt undersläkte.

Inom släktet blomvivlar däremot stå de olika arterna varandra så nära, att ingen dylik uppdelning ansetts nödvändig, och dock förekommer hos

en art en så avvikande företeelse som kokongbyggnad. Därvid är dock att märka, att hos bok- och ekbladminerarna kokongspinnandet innebär en vida längre gående specialisering än hos tallblomviveln. Hos de förra ändra de Malpighiska kärlen funktion vid slutet av sista larvstadiet och tjänstgöra som spinnkörtlar, avsöndrande fina, vita trådar, med vilkas tillhjälp larven spinner en vit kokong. Hos tallblomviveln däremot består kokongen, som sagt, till största delen av en spröd massa, som ej kan vara annat än larvens exkrementer, och därjämte finner man gulvita trådar (fig. 9, 11), alla tätt besatta med pollenkorn. Dessa trådar äro emellertid ej spinntrådar utan mycket spröda, falla lätt sönder i korta stycken och visa sig vid starkare förstoring vara pärlbandslika, m. a. o. de bestå av rader av exkrementbollar. Hos tallblomviveln har följaktligen kokongbyggandet ej nödvändiggjort lika djupgående förändringar hos larven som hos *Orchestes fagi* och *O. quercus*, utan den reder sig med enklare hjälpmedel.

Kokongbyggandet hos tallblomviveln sammanhänger sannolikt därmed, att larven i tallblommorna saknar det skydd, som exempelvis äppleblomviveln åtnjuter i äppleblomknopparna, och väl snarast riskerar att falla ned till marken vid blåst.

LITTERATUR.

Altum, B.: Forstzoologie III. Insecten. 2. Aufl. Berlin 1881.

Cecconi, G.: Manuale di Entomologia Forestale. Firenze 1916.

Escherich, K.: (1) Clytus arcuatus L. als schlimmer technischer Eichenschädling. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft. Stuttgart 1916.

—— (2) Eine Clytus-Kalamität in der Pfalz. Z. f. angew. Entomologie. Bd III. H. 3. Dezember 1916. Berlin.

Gillanders, A. T.: Forest entomology. London 1912.

Henriksen, K. och Jensen-Haarup, A. C: Biller III. Træbukke, i Danmarks Fauna. København 1914.

Judeich-Nitsche: Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd 1. Berlin 1895.

Nüsslin, O.: Leitfaden der Forstinsektenkunde. 2 Aufl. Berlin 1913.

Ratzeburg, J. T. C.: Die Forstinsecten. T. I. Die Käfer. Berlin 1839.

Ringselle, G. A.: Några fynd av Coleoptera. Entomol. Tidskr., 34 årg. Upsala 1913.

Thomson, C. J.: Skandinaviens Coleoptera.

Trägårdh, I.: Tallbocken (Monochamus sutor L), en viktig teknisk skadegörare bland långhorningarna. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 15. Stockholm 1918.

RESÜMEE.

Forstentomologische Beiträge. I.

Während der vielen Reisen des Verf. in verschiedenen Teilen Schwedens werden natürlicherweise eine Reihe von biologischen Beobachtungen gemacht, welche zwar nicht von der Bedeutung sind, dass sie eine eingehende Erörterung verdienten, aber dennoch so viel von Interesse darbieten, dass ihr Veröffentlichen angebracht erscheint.

Mit diesem Beitrag beabsichtigt Verf. eine Serie von solchen kurzen Mitteilungen zu beginnen.

1. *Clytus (Xylotrechus) rusticus* L.

Die Larve und Puppe werden in Fig. 2 a und b und Fig. 5 d abgebildet. Die Art wurde in Schweden sowohl in Espen als in Birken gefunden; während früher nur die Buche als Nahrungspflanze mit Sicherheit bekannt war, ist nun die Liste der Nahrungspflanzen um zwei bereichert. Diejenigen Birken, welche von *X. rusticus* befallen waren, waren vorher stets vom Feuer oder von *Scolytus Ratzeburgi* beschädigte und zwar immer stehende Bäume. Die Espen dagegen, in welchen *X. rusticus* gefunden war, waren nur liegende Bäume. Die Larvengänge sind sehr verschieden, je nachdem sie in der Birke oder in der Espe vorkommen, was offenbar mit der sehr verschiedenen Härte der beiden Baumarten im Zusammenhang steht. In der Birke verlaufen die Larvengänge ausschliesslich zwischen der Rinde und dem Splint; nur die Puppenwiegen gehen ins Holz hinein (Fig. 4 b und c). In der Espe dagegen verlaufen die Larvengänge sowohl unter der Rinde, als tief im Inneren des Stammes (Fig. 3 a und b).

2. *Plagionotus arcuatus* L. Die Larve und die Puppe sind z. T. in Fig. 5 a, b, c und g abgebildet. Die Larvengänge sind in Fig. 6 a und b und die Puppenwiege in Fig. 7 a—c wiedergegeben. Besonders hervorzuheben ist die sehr variierende Form der Puppenwiegen. Die Art ist in Schweden nur in gefällten Eichen gefunden, ist aber überall gewöhnlich, wo die Eiche wächst. Ihre Gänge findet man in allen Stämmen, welche während des Sommers unentrindet liegen bleiben und der technische Schaden, der durch die Puppenwiegen verursacht wird, ist zuweilen beträchtlich. Als Beispiel kann angeführt werden, dass bei Kolleberga auf diese Weise ein Käufer von 297 Eichenstämmen von 159,68 m^3 einen Verlust von 800 erlitt, was bei dem bezahlten Preise 4,880: 50 Kr. 12,5 % entspricht. Allerdings hatte er sich selbst die Schuld zuzuschreiben, da er die Stämme im Wald hatte liegen lassen.

Ausserdem wurden die Gänge und Puppenwiegen auf Telephonstangen in Schonen beobachtet. In vielen Gegenden verwendet man zu diesem Zweck unentrindete Eichenstämme von geringer Dicke, welche immer von *P. arcuatus* befallen sind, was ihre Haltbarkeit offenbar sehr beeinträchtigt.

Als Gegenmassnahme empfiehlt Verf. Entrindung der Bäume im Herbst, ehe die Larven die Puppenwiegen verfertigt haben, und schlägt Versuche vor nach der von Escherich empfohlenen Methode die Bäume beschattet liegen zu lassen.

3. *Plagionotus detritus* L.

Diese Art ist ebenso verbreitet in Schweden wie *P. arcuatus*, scheint aber seltener zu sein. Ob ihre Biologie von derjenigen von *P. arcuatus* abweicht, ist nicht bekannt. Die Larvengänge sind aber bis 17 mm breit und die Puppenwiege sieht anders aus (Fig. 7 d), kürzer und breiter.

Die Larve unterscheidet sich von derjenigen von *P. arcuatus* durch die Falten der Kriechsohlen (Fig. 5 c und f), die Puppe durch Zahl und Anordnung der Borsten in der Hinterleibspitze (Fig. 5 h).

4. *Aromia moschata* L.

Nach der vorherrschenden Auffassung scheint diese Art nur an anbrüchigen Stellen alter Weidenstämme vorzukommen. Der einzige, welcher die Bedeutung von *A. moschata* richtig eingesehen hat, scheint Altum zu sein, der die Anbrüchigkeit der Tätigkeit der Käfer zuschreibt anstatt, wie die anderen Autoren, das Vorkommen des Käfers als Folge der Beschädigung aufzufassen.

Verf. hat mehrmals die Gänge von *A. moschata* in ganz gesunden Weiden gefunden; es dürfte demnach nicht zu bezweifeln sein, dass die Art völlig primär ist, wenn auch die Bäume den Angriff viele Jahre hindurch vertragen können, so dass die folgenden Generationen des Käfers in schon beschädigten Stämmen weiter leben. Die Gänge bestehen aus einer schmalen aber bis ins Zentrum des Zweiges reichenden Höhle (Fig. 8 a und b), welche gewöhnlich einen Gang nach oben und einen nach unten aussendet. In Zweigen von der abgebildeten Grösse (Fig. 8 a) trifft man eine Reihe von solchen Gängen an in regelmässiger Entfernung von einander, wobei es jedoch vorkommen kann, dass Teile von zwei verschiedenen Gängen sich in demselben Durchschnitt befinden (Fig. 8 b und c).

5. *Der Kiefernblumenstecher (Anthonomus varians Payk).*

Diese Art wird von den deutschen Forstentomologen gewöhnlich Kiefernknospenstecher genannt, wobei man sich auf Lindemanns Angaben stützt. Aus den Beobachtungen des Verf. geht aber hervor, dass der Käfer bei seinem Ernährungsfrass die Nadeln beschädigt, und dass die Larve ihre Entwicklung in den männlichen Blüten der Kiefer durchmacht. Wenn also Lindemann den Rüsselkäfer eine Knospe anstechen gesehen hat, so dürfte es sich hier um eine Blütenknospe handeln. *In den gewöhnlichen Knospen hat Verf. niemals die Larve gefunden.*

Der Ernährungsfrass auf den Nadeln ist charakteristisch, indem der Käfer von der konkaven Seite der Nadel her eine Reihe von 6—8 rundlichen Löchern macht (Fig. 9 b und c), welche an einer entwickelten Nadel immer in der äusseren Hälfte zu finden sind. Diese Beschädigung hat zur Folge, dass die Spitze der befallenen Nadel zuerst trocknet (Fig. 9 c) und später abfällt (Fig. 9 a). Oft findet man eine Menge solcher Nadeln, und hat man nicht die Art der Beschädigung verfolgt, so kann man leicht die falsche Annahme machen, dass die Nadeln direkt abgebissen sind. Sind die Nadeln unentwickelt, so findet man dagegen die charakteristischen Löcher immer in dem basalen Teil und in diesem Fall wird die Nadel gelb und fällt ab.

Die Beschädigung der männlichen Blüten durch die Larven merkt man am leichtesten daran, dass die Blüten wie aneinander festgeklebt aussehen. Gewöhnlich sieht man auch die weiss-gelben Knäuel der fadenförmigen mit

Pollenkörnern bedeckten Exkremente, welche zwischen den Blüten zum Vorschein kommen. Bei näherer Untersuchung findet man die runden Puppenkokons, welche aus einer spröden gelb-braunen Masse bestehen, die aus den Exkrementen zu bestehen scheint (Fig. 11 b).

OLOF TAMM

OM BESTÄMNING AV DE OORGANISKA KOMPONENTERNA I MARKENS GELKOMPLEX.

EN METOD FÖR STUDIET AV BRUNJORDEN OCH DESS DEGENERATION.

Preliminärt meddelande.

På Statens Skogsförsöksanstalt bedrives alltsedan dess tillkomst ett systematiskt arbete för att så allsidigt som möjligt utforska våra skogbärande markers egenskaper, för att därigenom småningom vinna en inblick i möjligheterna att genom skogliga åtgärder förbättra markens produktionsförmåga och hindra dess eventuella försämring. I flera fall har detta forskningsarbete kommit in på områden, där pioniärarbete måste utföras. Det blir då i regel nödvändigt att ägna åtskilligt arbete åt utfinnande av undersökningsmetoder, med vilka man sedan skall kunna inträngа på nya områden. Föreliggande uppsats behandlar sålunda uteslutande arbetsmetoder på det rent kemiska gebitet, avsedda att möjliggöra klarläggandet av en del vid jordmånsbildningen verksamma processer. Några resultat för bedömande av förhållandena i skogsmarken ha knappast ännu hunnit vinnas med den nya metoden, men flera skäl tvinga till ett preliminärt offentliggörande av den redan på detta tidiga stadium. Då sålunda uppsatsen ej äger något intresse för våra praktiskt inriktade skogsmän, men torde kunna tjäna jordmånsforskaren av facket till någon nytta, är den i sin helhet avfattad på tyska språket; här må endast först meddelas en kort överblick av ändamålet med undersökningen och de vunna resultaten.

I våra skogsjordmåner finnas rikligt inmängda kolloida beståndsdelar, vilka ibland upplösas och vandra med markvätskan, i andra fall åter utflockas. Dessa s. k. gelkomplexer, det vill säga ej kristalliserade, gelé-artade blandningar av olika kemiska föreningar, bestå företrädesvis av humus, kiselsyra, aluminium- och järnföreningar. Då dessa gelkomplexer till stor del äro bärare av adsorptionen i marken, d. v. s. bidraga att kvarhålla åtskilliga lättlösliga ämnen, bland dem sådana som för

växterna äro viktiga näringsämnen, äro de av stor betydelse för vegetationen. Även i andra avseenden sätter förekomsten av olika mängder dylika kolloider i hög grad sin prägel på skilda jordmånstyper, och dessa kunna knappast i detalj karaktäriseras utan att man känner gelkomplexernas sammansättning. Särskilt är detta fallet med de s. k. brunjordarna, som höra till de mest produktiva, och vilkas vetenskapliga bearbetning just blivit påbörjad på skogsförsöksanstalten.

Under det podsolprofilen bl. a. kännetecknas av att de vandrande gelkomplexerna hopats i ett alldeles bestämt skikt, rostjorden, medan markens översta lager, blekjorden, är i det närmaste fri därifrån, innehåller brunjorden rikligt med sådana komplexer i såväl övre som undre lager. På grund härav är brunjorden överlägsen podsolen med hänsyn till möjligheten att genom adsorption kvarhålla de för vegetationen viktiga näringssalterna. I åtskilliga av våra skogar visar emellertid brunjorden en tendens att övergå till podsol; en podsolering av marken inträder. Detta är från skoglig synpunkt att beteckna som en degeneration, vilken förr eller senare leder till en minskad produktivitet hos marken.

Det är tydligt att studiet av de kemiska processer, som äro förbundna med brunjordens degeneration, är en ur skoglig synpunkt viktig fråga. Det som det här först gäller att undersöka är just i vad mån och med vilken hastighet gelkomplexerna i brunjordens översta lager börja upplösas och vandra nedåt. De analysmetoder, som hittills stått oss till buds för undersökningen av dessa komplexer, äro emellertid ej fullt nöjaktiga. Man kan med dem ej med någon större skärpa bestämma mängden av den ena eller andra beståndsdelen. Detta är av största vikt, just då processens början skall fastställas. Någon detaljerad kemisk utredning av de vid brunjordsbildningen verksamma processerna har därför ännu icke utförts, trots att åtskilligt studium nedlagts på denna i Mellaneuropa rådande jordmånstyp.

För humusämnena i gelkomplexerna har sedan länge funnits lämpliga bestämningsmetoder, och järnkomponenten kan bestämmas med en av mig (1917) angiven metod. I föreliggande arbete har försök gjorts att även bestämma aluminium- och kiselsyrekomponenterna medelst ett analogt förfaringssätt. En första undersökning har visat, att de på detta sätt bestämda gelkomplexernas mängd varierar mycket i olika jordmåner; i en undersökt brunjordsprofil bestod cirka fem procent av jordens vikt därav. Den nya metoden skall nu användas till jämförande undersökningar mellan brunjordar och podsoler och de övergångsled, som finnas mellan dessa. På detta sätt torde det bli möjligt att nå fram till en djupare förståelse av de med dessa fenomen sammanhörande vetenskapliga och praktiska problemen.

EINE METHODE ZUR BESTIMMUNG DER ANORGANISCHEN KOMPONENTEN DES GELKOMPLEXES IM BODEN.

Vorläufige Mitteilung

von

OLOF TAMM.

Da ich genötigt bin, meine chemischen Studien über die in dem Titel genannte Materie eine Zeitlang zu unterbrechen, jedoch einen gangbaren Weg gefunden zu haben glaube zur Aufklärung der Zusammenzetzung der Gelkomplexe gewisser Böden, lege ich hier meine Studien in vorläufiger Form vor, wohlbewusst, dass die Methode noch verschiedentlich geprüft werden muss, bevor sie endgültig empfohlen werden kann. Mit Hinsicht auf die Wichtigkeit des Themas und infolge der Mannigfaltigkeit der Böden, die es kaum einem einzelnen Forscher erlaubt, alle sich anschliessenden Fragen zu lösen, können meine Studien vielleicht auch schon bei ihrem vorläufigen Stand anderen Bodenforschern von Nutzen sein. Vor allem wollen meine Studien Hilfsmittel schaffen zu der Bearbeitung der Braunerden unseres Landes, die eben jetzt an der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Angriff genommen werden soll.

Als ich im Jahr 1912 mit Prof. TREITZ in Budapest zusammentraf, hob er hervor, wie vorteilhaft es wäre, eine Oxalsäurelösung als Extraktionsmittel für Bodenproben zu verwenden, und wies dabei auf DUMONTS bekannte Methode hin, Bodenproben für die mechanische Analyse vorzubereiten (DUMONT 1905, 1909, 1911). DUMONT gibt an, dass die Oxalsäure die aus verschiedenen Kolloiden bestehenden Gelhäute auflöst, die die Mineralkörner einzuschliessen pflegen, und findet, dass sie ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für die mechanische Bodenanalyse ist; gleichzeitig hebt er die Möglichkeit hervor, den Oxalsäureextrakt für verschiedene chemische Bestimmungen anzuwenden. Es ist mir nicht bekannt, ob auf Prof. TREITZ' Anregung hin später irgendwelche Untersuchungen betreffs Anwendung von Oxalsäure bei Bodenanalysen ausgeführt worden sind, dass aber ein Interesse für die Sache sich in seiner Heimat gefunden hat, geht daraus hervor, dass Prof. A. VON SIGMOND, Vorsitzender der internationalen Kommission für chemische Bodenanalyse in seinem Vorschlag über anzuwendende Extraktionsmethoden Oxalsäure empfiehlt (konzentrierte Lösung, SIGMOND 1914 a, S. 276). In einer späteren Mitteilung der erwähnten Kommission (SIGMOND 1914 b, S. 297) wird angegeben, dass der bekannte ungarische Bodenforscher Dr. BALLENEGGER das Problem der auflösenden Einwirkung der Oxalsäure auf Boden zur Bearbeitung aufgenommen habe. Es ist mir nicht geglückt, irgendwelche Resultate dieser Bearbeitung zu erfahren. Vermutlich hat der Kriegsausbruch hier wie auch anderweitig in die wissenschaftliche Arbeit eingegriffen und sie verhindert oder verzögert. In verschiedenen späteren Arbeiten von Dr. BALLENEGGER habe ich (wenigstens in den deutsch geschriebenen Referaten) die Oxalsäuremethode nicht erwähnt, dagegen die Salzsäuremethode empfohlen gefunden. Man dürfte daraus schliessen können, dass in Ungarn keine methodologische Arbeit über diese Frage veröffentlicht worden ist, die über die schon von DUMONT ausgeführte hinausgeht. Auch in der übrigen Literatur habe ich keine Angaben darüber finden können.

Die chemische Bodenanalyse hat bekanntlich zwei Hauptziele: erstens den Gehalt des Bodens an Stoffen zu bestimmen, die physiologisch auf die Vegetation einwirken, zweitens die allgemeinen Eigenschaften des Bodens festzustellen und im Zusammenhang damit den Verlauf der bodenbildenden Prozesse zu studieren. Es ist auch bekannt, wie der Gedanke, mittels chemischer Analyse die physiologischen Eigenschaften des Bodens kennen zu lernen, beständig getäuscht worden ist, ausser in gewissen speziellen Fällen. Auch was die Feststellung der allgemeinen Eigenschaften des Bodens mittels chemischer Analyse angeht, kann man sagen, dass die erreichten Resultate in keinem Verhältnis stehen zu der in vielen Ländern niedergelegten Arbeit. Dass die Bauschanalyse einen gewissen Wert hat, ist wohl niemals bestritten worden, aber man hat stets mit Recht ihre Unzulänglichkeit hervorgehoben, da sie die Gesamtmenge von Stoffen gibt, die sich teils in relativ schwerlöslichen Mineralien befinden, teils in Folge von Verwitterung und der Wanderung der Bodenflüssigkeit in ganz anderen Formen sich vorfinden. Die am meisten angewandte Methode ist bekanntlich die Extraktion mit Salzsäure; die schwachen Seiten dieser Methode sind von so vielen Forschern hervorgehoben worden, dass eine Wiederholung hier unnötig sein dürfte. Ihr grösster Fehler ist, dass die Salzsäure ausser den leichter löslichen Bestandteilen auch die vollkommen unverwitterten Bodenmineralien in unkontrollierbarer Weise angreift.

Von einer guten Analysenmethode, die, besser als die Bauschanalyse es vermag, uns einen Einblick in die chemischen Eigenschaften des Bodens verschaffen soll, muss man verlangen, dass sie von einem oder mehreren Stoffen die Menge angibt, die sich in einem chemisch bestimmten Zustand vorfindet. Wenn z. B. Eisen vorkommt, teils gebunden in verschiedenen Silikatmineralien, teils in Gelmischungen als Limonit und Humat, so darf man von einer Bodenanalysenmethode fordern, dass sie entweder das Limoniteisen oder das Humateisen oder beides zu bestimmen gestattet, ohne dass daneben Teile des als Silikat gebundenen Eisens in die Werte einbezogen werden.

Es dürfte kaum zu bestreiten sein, dass viele der natürlichen in Schweden vorkommenden Böden für eine prinzipielle Prüfung der verschiedenen Analysenmethoden geeignet sind. Wie ich in einem anderen Zusammenhang ausführlich dargelegt habe (Tamm 1920), besteht ein grosser Teil der Waldböden unseres Landes aus Podsol, ausgebildet in unverwitterter Moräne oder Sand von der Zusammensetzung des Granites, alle im Granit und Gneiss gewöhnlich vorkommenden Mineralien enthaltend. Eine nennenswerte Verwitterung hat in diesen Böden, ausser in der obersten Schicht, der Bleicherde, nicht stattgefunden, während sich hingegen in der obersten der tieferen Schichten, der Orterde, sowohl Humus als anorganische Bestandteile angereichert haben, wie z. B. Eisen, Aluminium, Kieselsäure, Titan und sehr geringe Mengen adsorbierter Basen. Die fast unverwitterten Mineralkörner sind hier von Kolloidhäutchen umgeben, bestehend aus Humus nebst Verbindungen der genannten Stoffe. Die Bleicherde hingegen ist frei von solchen Gelhäutchen, die Mineralkörner aber haben einen Auflösungsprozess durchgemacht, der einen Teil davon mehr oder weniger aufgelöst hat, jedoch ohne sie chemisch zu verwandeln. Es ist klar, dass solche Böden zu Versuchen geeignet wären, die Gelbestandteile von den mineralischen zu trennen. Auch wenn eine solche Unterscheidung nicht zu Resultaten führte, die direkt physiologisch verwertet werden könnten, so würde sie doch ermöglichen, weit besser als vorher die bodenbildenden

Prozesse und die Wanderungen der verschiedenen Stoffe im Boden aufzuklären, und dann können sich vielleicht Folgerungen ergeben, die für die Beurteilung der Wechselwirkung zwischen Boden und Vegetation von direktem Interesse sind.

Die Bodenanalysenmethoden, die ausser der Bauschanalyse in Frage kommen können, bestehen alle in der Behandlung des Bodens mit einem Lösungsmittel, in den meisten Fällen Wasser oder die wässerige Lösung eines Elektrolyten. Es möge denn zuerst die Einwirkung dieser Extraktionsmittel auf die unverwitterten Bodenmineralien diskutiert werden. Über die Einwirkung des Wassers auf verschiedene Bodenmineralien gibt es eine umfangreiche Literatur (Siehe z. B. NIKLAS 1912, TAMM 1920). Wichtig ist, dass verschiedene Mineralien bei Behandlung mit Wasser zersetzt werden und sich dabei mit in Wasser unlöslichen Kolloidhäuten umgeben (Aluminiumhydroxyd, Kiselsäure u. s. w.), wodurch das Mineral vor weiterer Einwirkung geschützt ist (CUSHMAN & HUBBARD 1907). Deshalb können die Löslichkeitsgesetze nicht direkt auf die Löslichkeit der silikatischen Mineralien in Wasser oder wässerigen Lösungen von Elektrolyten angewandt werden. Die Löslichkeit des Minerals hängt nämlich sehr davon ab, wie schnell die schützenden Kolloidhäutchen fortgeschafft werden, sei es auf mechanischem oder chemischem Wege. Aus dem oben Erwähnten geht hervor, dass die Zerkleinerung des Minerals eine sehr grosse Rolle bei der Löslichkeit spielt, was auch viele Forscher experimentell klargelegt haben.

Bei der Behandlung des Bodens mit einem Elektrolyten in wässriger Lösung werden ausser der Einwirkung des Wassers selbst folgende Prozesse mit einwirken:

1) Die Säuren bezw. Basen der Lösung reagieren unter Salzbildung mit den basischen bezw. sauren Bestandteilen. Auch die Kolloidhäute, die oft die Mineralkörner umgeben, können unter Salzbildung mehr oder weniger vollständig aufgelöst werden, wobei sowohl das Lösungsmittel als der Elektrolyt wieder auf frische Mineralflächen einwirken können. Das Lösungsvermögen des Extraktionsmittels wird von dessen Gehalt an Wasserstoffionen bezw. Hydroxylionen bedingt und wird stark erhöht durch alle Mittel, welche ein rasches Fortschaffen der Häute bewirken (Umrühren, Kochen). Am schwächsten wirken solche Lösungen, deren Wasserstoffionenkonzentration um den Neutralpunkt herum liegt.

2) Basenaustausch: Ein solcher findet bekanntlich ausser mit adsorbierten Basen auch in ziemlichem Umfang mit denen der allgemein vorkommenden Bodenmineralien statt. Als Beispiel dafür möge angeführt werden, dass durch Behandlung von 10 g grob pulverisiertem Oligoklas (aus Ytterby, Schweden) mit 40 cm^3 10-prozentiger Chlorammonlösung während 3 Stunden auf Wasserbad 0,073 % (des Gewichts des Minerals) CaO in Lösung ging. Aus feinpulverisiertem Oligoklas erhielt ich bei gleicher Behandlung 0,136 %. Man muss also z. B. bei Bestimmung des Gehaltes eines Bodens an sogenanntem assimilierbarem Kalk berücksichtigen, dass die kalkhaltigen Feldspate (auch die an Natron reichen Glieder der Albit-Anortit-Serie) nicht ganz unmerkliche Kalkmengen abgeben.

3) Chemische Einwirkung anderer Ionen als $H^{\cdot}$ bezw. OH' nebst der undissoziierten Moleküle des Elektrolyten: Es können verschiedene solche Reaktionen vorkommen. Salpetersäure z. B. dürfte oxydierend auf solche Mineralien einwirken, welche zweiwertiges Eisen enthalten (wie z. B. Biotit).

Andere Reaktionen kommen vor, wenn das eine Ion des Elektrolyten ein Komplexion mit einem Bestandteil des Bodens zu bilden vermag. Dieser Fall liegt gerade bei der Oxalsäure vor, die mit Eisen, Aluminium, Mangan, Titan und anderen Metallen wasserlösliche Komplexsalze zu bilden vermag. Ohne Zweifel beruht die energische Einwirkung der Oxalsäure auf die Kolloidhäute in Dumonts Versuchen teilweise auf Komplexsalzbildung mit Eisen- und Aluminiumhydroxyd. Gleichzeitig spielt es jedoch für die Auflösung sowohl der Mineralien als der Kolloidhäute eine Rolle, dass die Oxalsäure eine ziemlich starke Säure ist.

Ich benutzte das Vermögen der Oxalsäure, lösliche Komplexsalze mit Eisen zu bilden, bei der Ausarbeitung einer Methode zur Bestimmung des Gehaltes des Bodens an sogenanntem limonitischem Eisen, womit das als Limonit oder in noch leichter löslicher Form vorhandene Eisen gemeint wird (Tamm 1917). Indem ich anstatt Oxalsäure saures Kaliumoxalat verwandte, suchte ich das Entstehen leichtlöslicher Komplexsalze zu begünstigen bei gleichzeitig im Vergleich zu der freien Oxalsäure wesentlich herabgesetzter Säurewirkung. Die Methode ergab ziemlich befriedigende Resultate, indem limonitfreie Böden, die doch bedeutende Mengen von silikatisch gebundenem Eisen enthielten, wenig Eisen bei der Extraktion abgaben. Ein weiterer Verdienst der Methode war, dass es auch bei Proben von sehr grossem Limonitgehalt, z. B. harten Krusten in eisenreichen Ortsteinen, alles nicht an Kieselsäure gebundene Eisen herauszulösen gelang. Andererseits fehlte es nicht an Zeichen, die auf eine etwas zu starke Einwirkung auf die silikatischen Mineralien selbst hindeuteten; die eisenhaltigen Bodenmineralien sind bekanntlich, verglichen mit den meisten anderen Silikatmineralien, relativ leichtlöslich, sowohl Lösungsmitteln gegenüber als bei Verwitterungsprozessen. Die Methode wurde nachher angewandt, um die Wanderung des Eisens bei dem Podsolierungsprozess in Nordschweden in Hauptzügen zu verfolgen (Tamm 1920). Es wurde eine gesättigte Lösung von saurem Kaliumoxalat verwendet. Die Lösung ist ziemlich schwach sauer ($p_H = 2{,}18$; zwei Bestimmungen; diese wie die folgenden p_H-Bestimmungen wurden elektrometrisch im Laboratorium der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens von Frl. G. Laurentz gütigst ausgeführt).

Da das saure Kaliumoxalat sehr stark auflösend auf die Kolloidhäute des Minerals wirkte, begann ich dieses Jahr mit Versuchen, auch andere Stoffe damit zu bestimmen, vor allem Aluminium. Aus analystechnischen Gründen ging ich bald zur Anwendung von saurem Ammonoxalat über. Man hat es in seiner Hand durch Zusatz von neutralem Ammonoxalat die Konzentration der Wasserstoffionen in einer Lösung von saurem Ammonoxalat bedeutend herabzusetzen. Ich habe deshalb eine Lösung gemacht von 31,52 g Oxalsäure, 62,1 g neutralem Ammonoxalat (Kahlbaums Präparate »zur Analyse») und 2,5 Liter Wasser. Diese Lösung enthält pro Liter 0,2 Grammoleküle saures Ammonoxalat und 0,075[1] Grammoleküle neutrales Ammonoxalat. Ihr Wasserstoffionenkonzentration liegt zwischen $p_H = 3{,}20$ und $p_H = 3{,}27$ nach Bestimmungen von vier bei verschiedenen Gelegenheiten bereiteten Lösungen. Die Lösung ist

[1] Ursprünglich sollte eine 0,1-normale Lösung gemacht werden. Es wurde jedoch aus Versehen keine Rücksicht genommen auf den Gehalt des Salzes an Kristallwasser, das nicht miteingerechnet ist im Molekulargewicht 124,1, nach Angabe im Chemiker-Kalender (Jahrg. 1910). Da die Lösung sich als geeignet erwies und kaum schwächer gemacht werden dürfte, wurden nachher alle Analysen mit auf gleiche Weise bereiteten Lösungen ausgeführt.

also beträchtlich weniger sauer als sowohl gesättigte Lösung von saurem Kaliumoxalat als z. B. 0,01-normale HCl ($p_H = 2{,}02$) oder zweiprozentige Essigsäure (p_H ungefähr 2,6); diese letztere wurde von mehreren Forschern zum Auslaugen von Kalziumkarbonat aus Tonen verwendet, ohne dass dabei, wie es scheint, die silikatischen Mineralien viel angegriffen werden (VESTERBERG 1901). Mit dieser Oxalatlösung habe ich eine Reihe von Extraktionsversuchen mit verschiedenen Bodenproben bei Zimmertemperatur ausgeführt und nachher den Extrakt auf Kieselsäure, Aluminium, Eisen und in gewissen Fällen Titan und andere Stoffe hin analysiert. Alle Analysenwerte sind in Prozenten der in Zimmerluft getrockneten Proben angegeben.

Die Analyse der filtrierten Extrakte ging in folgender Weise vor sich. Der Extrakt wurde in einer Platinschale bis zu vollständiger Trockenheit eingedampft, worauf die Ammonsalze durch vorsichtiges Erhitzen weggeschafft wurden. Die Hitze wurde allmählich bis zu schwacher Rotglut gesteigert, wobei alle organischen Bestandteile (bedeutende Mengen von Humusstoffen finden sich immer in den Extrakten) sowie die bei der Zersetzung des Oxalates gebildete freie Kohle verbrannt wurden. Der vollkommen kohlenfreie Rückstand wurde zum grössten Teil in einen geräumigen Platintiegel übergeführt und mit etwas Soda aufgeschlossen. Die Platinschale mit den Resten des Glührückstandes wurde mit etwas Soda und Wasser versetzt, bis zu vollkommener Trockenheit auf dem Wasserbad eingedampft und dann im Gebläse erhitzt bis der Sodabelag auf dem Boden der Schale schmolz. Der Inhalt des Tiegels sowie der Schale wurde in Salzsäure aufgelöst, und die Kieselsäure nach gewohnter Weise bestimmt. Da es sich stets um geringe Mengen Kieselsäure handelte, wurde nur *eine* Eindampfung mit Salzsäure vorgenommen. Die gewogenen Kieselsäuremengen wurden sämtlich der Kontrolle wegen mit einigen Tropfen Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure behandelt. In der von der Kieselsäure abfiltrierten Flüssigkeit wurde auf die übliche Weise Aluminium, Eisen und Titan mit Ammoniak ausgefällt. Die geglühte und gewogene Fällung wurde mit saurem Kaliumsulphat aufgeschlossen. Die Schmelze wurde in Wasser gelöst, die Lösung reduziert und dann das Eisen mit Kaliumpermanganat titriert. Anfänglich wurde die Reduktion mit Schwefelwasserstoff in schwefelsaurer Lösung ausgeführt. Nach dem Titrieren wurde in einigen Fällen das Titan kolorimetrisch mit Wasserstoffsuperoxyd bestimmt. Da es sich aber zeigte, dass nur geringe Titanmengen (s. z. B. Tabelle 1, 2) sich in den Lösungen vorfanden, ging ich bald zu Reduktion mittels der Zinnchlorürmethode über, die von mir in folgender Weise ausgeführt wurde: Die Kaliumbisulfatschmelze wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, Eisen und Aluminium mit Ammoniak aus der Lösung gefällt, die Fällung auf Filtrierpapier in etwas warmer, verdünnter Salzsäure gelöst, das Filtrat auf ein kleines Volum eingeengt, erwärmt, mit einigen Tropfen Zinnchlorürlösung aus einer Bürette reduziert und abgekühlt. Nach Zusatz von Quecksilberchlorid, Verdünnung mit sauerstofffreiem Wasser und Zusatz von Manganchlorür + Phosphorsäure nach der für die Zinnchlorürmethode vorgeschriebenen Weise (s. z. B. TREADWELL, Lehrbuch der analytischen Chemie) wurde mit Kaliumpermanganat titriert. Kontrollversuche, mit mehreren verschiedenen Bodenproben ausgeführt, ergaben für den Eisengehalt genau dieselben Werte bei Verwendung der Zinnchlorürmethode wie der Schwefelwasserstoffmethode. Das Titan hat keinen Einfluss auf die Eisenbestimmung, selbst nicht wenn es in grösseren Mengen vorhanden ist. Durch

Bestimmen des Titans vor dem Eisen könnte man auch den Gehalt an Titan ermitteln; da jedoch die Titanmengen so gering waren, hielt ich dies für eine unnötige Arbeit. Es verdient bemerkt zu werden, dass die Lösung, die man bei der Auflösung der Kaliumbisulfatschmelze in Salzsäure erhält, nicht direkt reduziert werden kann. Diese Lösung enthält nämlich immer von dem Tiegel herrührende Spuren von Platinchlorid, welche von dem Zinnchlorür reduziert werden und in einen stark gefärbten kolloidalen Komplex von Platin und Zinnsäure (analog dem Cassius'schen Goldpurpur) übergehen. Es entsteht eine gelbe Farbenreaktion, welche das sichere Wahrnehmen des Endpunktes des Reduktionsprozesses verhindert. Auch scheint das in der Lösung vorhandene Kolloid die Permanganattitrierung beeinflussen zu können.

Dass die angewandte Lösung von saurem und neutralem Ammonoxalat stark auflösend auf die Kolloidhäute, welche die Mineralkörner umgeben, wirkt, kann man ohne weiteres qualitativ wahrnehmen, wenn man in einem Reagenzglas etwas Orterde mit der Lösung schüttelt. Nach ein paar Minuten langem Schütteln zerfallen die Orterdeklumpen, und es bildet sich ein graues Mineralpulver und eine mehr oder weniger gelbbraune Lösung. Auch die Humusstoffe der Orterde scheinen also in grosser Ausdehnung von der Oxalatlösung gelöst zu werden. Es gilt dann nachzuweisen, dass diese die anorganischen Stoffe, woraus die Häute bestehen, vollständig auflöst (die Humuskomponente darin kann ja für sich bestimmt werden nach GRANDEAUS Methode), jedoch die Mineralien selbst nicht in nennenswertem Umfang angreift. Es sei hier bemerkt, dass nur kalziumkarbonatfreie Böden für die Prüfung verwendet wurden.

Als erstes Prüfungsobjekt wurde eine ziemlich humöse Orterde gewählt, (Bauschanalyse Nr 46 in Tab. 10), teils weil es interessant war, das Extraktionsvermögen der Oxalatlösung an einer humusreichen Probe zu ermitteln, teils weil einige Vorversuche mit dieser Probe auf einen relativen Reichtum an ausgeflockter Kieselsäure hinzudeuten schienen, deren Verhalten bei der Extraktion ebenfalls von grossem Interesse war. Zwei bis vier Gramm der gut durchgemischten, jedoch nicht pulverisierten Probe wurden in einem Glasbecher 2 bis 3 Minuten lang unter Umrühren mit einem Glasstab mit der Oxalatlösung digeriert, wobei eine so grosse Menge Lösung verwendet wurde, dass im Vergleich zu den aufzulösenden Stoffmengen ein grosser Überschuss an saurem Oxalat vorhanden sein musste. Dann wurde filtriert. Soweit man sehen konnte, waren die Kolloidhäute um die Mineralkörner vollständig aufgelöst. Von dem Filtrat wurden $^3/_4$ analysiert, die erhaltenen Werte mit $^4/_3$

Tab. 1. **Extraktion einer humösen Orterde (Nr 46) mit Oxalatlösung 2 bis 3 Minuten lang.**

	1.	2.	3.
Menge der Probe	3,03 g	2,60 g	2,96 g
Volum des Extraktionsmittels	200 cm³	200 cm³	200 cm³
SiO_2	0,63 %	0,68 %	0,74 %
TiO_2	n. b.[1]	0,03 »	0,03 »
Al_2O_3	2,34 %	3,13 »	3,24 »
Fe_2O_3	0,29 »	0,36 »	0,33 »

[1] n. b. = nicht bestimmt.

multipliziert und stets als Prozente der ursprünglichen lufttrockenen Probe berechnet. Es sei bemerkt, dass diese Vorgangsweise erlaubt sein muss, wenn der Kolloidgehalt des Bodens in Lösung geht, weil dann die Adsorption des Bodens minimal werden muss. Das Ergebnis des Versuchs geht aus Tab. 1 hervor.

Tab. 1 zeigt, dass auch Kieselsäure in Lösung geht. Der niedrige Eisengehalt ist bemerkenswert, da früher in derselben Probe mittels sauren Kaliumoxalats 1,03 % limonitisches Eisen gefunden worden war. Der Versuch wurde deshalb wiederholt, mit Schütteln in einer Schüttelmaschine während verschieden langer Zeiten, siehe Tab. 2.

Tab. 2. **Extraktion humöser Rosterde (Nr 46) mit Oxalatlösung. Schütteln während verschieden langer Zeiten.**

	4.	5.	6.	7 a.	7 b.
Menge de Probe	3,09 g	2,78 g	2,41 g	3,01 g	3,01 g
Volum des Extraktionsmittels	100 cm³	100 cm³	150 cm³	150 cm³	150 cm³
Extraktionszeit	15 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.	120 Min.
SiO_2	0,70 %	0,81 %	0,73 %	0,74 %	0,79 %
TiO_2	n. b.	n. b.	n. b.	0,04 »	n. b.
Al_2O_3	3,59 %	4,36 %	3,85 %	3,28 »	3,40 »
Fe_2O_3	0,50 »	0,59 »	0,71 »	0,71 »	0,74 »

Die Werte unter 7 b, Tab. 2, sind folgendermassen erhalten: Nachdem $^2/_3$ des Filtrats analysiert waren und die Werte unter 7 a ergeben hatten, wurde der Probenrückstand gründlich mit kaltem destilliertem Wasser ausgewaschen und das Waschwasser zusammen mit dem übrig gebliebenen Drittel des ersten Filtrats eingeengt und analysiert, und die so erhaltenen Werte zu den vorigen (7 a) addiert. Die Werte unter 7 b beziehen sich also auf den Gehalt des Extraktes nach Auswaschen der Probe, 7 a auf den Gehalt ohne Auswaschung. Da der Unterschied zwischen 7 a und 7 b sehr klein ist, scheint die Adsorption in der Bodenprobe nach der Behandlung mit der Oxalatlösung sehr klein zu sein. Nichtsdestoweniger dürfte es besser sein, Auswaschung zu verwenden. Wo nicht anders angegeben, ist dies im folgenden immer der Fall. Da im Vergleich zur Probenmenge stets ein grosser Überschuss von Oxalatlösung vorhanden war, scheint dessen Menge keine Rolle zu spielen; es handelt sich ja auch um eine chemische Reaktion zwischen der Lösung und gewissen Bestandteilen des Bodens.

Aus Tab. 2 scheint hervorzugehen, dass aus dem Boden nichts mehr in Lösung geht, wenn die Extraktionszeit über 60 Minuten verlängert wird. Die Ergebnisse der verschiedenen Versuche sind jedoch wenig übereinstimmend. Um zu untersuchen, ob tatsächlich alles Lösliche in Lösung gegangen ist, wurde der Rückstand aus Nr 7 b aufs neue durch Schütteln in der Maschine während 60 Minuten mit 100 cm³ Oxalatlösung extrahiert, wobei weitere 0,04 % SiO_2, 0,11 % Al_2O_3 und 0,10 % Fe_2O_3 gelöst wurden. Wenigstens was die Kieselsäure und das Aluminium betrifft ist das Ergebnis befriedigend, wenn man bedenkt, dass die sehr grossen vorhandenen Mengen von Aluminium- und Kieselsäuremineralien (siehe Tab. 10) doch eine gewisse Löslich-

keit zeigen müssen in einer Flüssigkeit, die gerade die schützenden Kolloidhäute um die Mineralkörner angreifen kann, sobald solche aufs neue entstehen. Die Kieselsäure scheint vollkommen in Lösung zu gehen. Auch die Humusstoffe werden in beträchtlichem Umfang gelöst; es scheint also, als ob der Rest des Gelkomplexes in den Solzustand übergehe, wenn das Eisen und das Aluminium komplexe Verbindungen mit den Oxalationen eingehen. Um die Wirkung des von mir vorher verwendeten sauren Kaliumoxalats mit der nun verwendeten Ammonoxalatlösung zu vergleichen, wurde der Rückstand nach Nr 6 nach Auswaschen mit Wasser mit einer gesättigten Lösung von saurem Kaliumoxalat extrahiert. Es wurden in Lösung gebracht 0,07 % SiO_2, 0,44 % Al_2O_3 und 0,25 % Fe_2O_3. Hiernach scheint das saure Kaliumoxalat eine bedeutend stärker lösende Wirkung auf die Mineralien auszuüben als die Ammonoxalatlösung.

Die Ursache des Mangels an Übereinstimmung der Resultate in der Tab. 2 scheint also kaum in verschiedener Adsorption und auch nicht in mangelhafter Extraktion zu liegen. Wahrscheinlich liegt der Grund in der grossen Schwierigkeit 3 g Boden gleichförmig zu mischen, in welchem Mineralkörner und Klumpen verschiedener Grösse nebeneinander vorkommen. Die Probe 46 ist nämlich ein Moränenboden. Um die Ursache der Abweichungen in Tabelle 2 zu entdecken und um gleichzeitig aufzuklären, bis zu welchem Grad die Bodenmineralien durch die Oxalatlösung beeinflusst werden, wurden weitere sieben Extrakte der Probe Nr 46 gemacht. Zu zweien wurde die natürliche Probe verwendet. Zwei Extrakte wurden von Proben gemacht, in welchen mittels eines Platinspatels alle Klumpen zerdrückt worden waren. Dadurch wurde eine wirksame Vermischung erleichtert. Zu zwei weiteren Extrakten wurden die Proben in einem Achatmörtel grob pulverisiert und nachher sorgfältig gemischt. Auf dieselbe Weise waren diejenigen Proben behandelt worden, in denen früher das sogenannte limonitische Eisen mit saurem Kaliumoxalat bestimmt worden war. Der siebente Extrakt wurde von einer feinpulverisierten Probe gemacht, die aus derselben Portion der Gesamtprobe stammte, aus der früher die Probe zur Bauschanalyse genommen worden war. Das Ergebnis des Versuches geht aus Tabelle 3 hervor:

Tab. 3. **Extraktion humöser Orterde (Nr 46) mittels 100 cm³ Oxalatlösung.**
Schütteln in der Maschine während 60 Min. Auswaschungsextrakt.

	Natürliche Probe		Probe mit zerdrückten Klumpen		Grobpulverisierte Probe		Feinpulverisierte Probe
	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Menge der Probe	2,01 g	2,04 g	2,00 %	2,01 g	2,15 g	2,16 g	1,86 g
SiO_2	0,72 %	0,83 %	0,81 »	0,75 %	0,75 %	0,76 %	0,84 %
Al_2O_3	3,78 »	3,68 »	3,88 »	3,76 »	3,67 »	3,64 »	3,81 »
Fe_2O_3	0,72 »	0,58 »	0,58 »	0,55 »	0,63 »	0,60 »	0,61 »

Ein Vergleich der Resultate in Tab. 2 und Tab. 3 ist lehrreich. Acht Analysen, Nr 4—7 a und 8—11, wurden mit gut gemischten aber nicht pulverisierten Proben ausgeführt. Von diesen Analysen wurden die der ersten Gruppe so gemacht, dass ein bestimmter Teil des filtrierten Extrakts zur Anwendung kam, ohne dass die Erde auf dem Filter ausgewaschen wurde.

In der Gruppe 8—11 dagegen wurde die Erde auf dem Filter mit kaltem Wasser gut ausgewaschen, worauf die ganze so erhaltene filtrierte Flüssigkeit analysiert wurde. Drei Analysen schliesslich, Gruppe 12—14, wurden auf diese Weise ausgeführt, doch mit mehr oder weniger pulverisierten Proben. Tab. 4 enhält das Mittel der Analysenwerte innerhalb der verschiedenen Gruppen:

Tab. 4. Mittel der Analysenwerte in Tab. 2 und 3.

	Gruppe 4—7 a	Gruppe 8—11	Gruppe 12—14
SiO_2	0,76 %	0,78 %	0,78 %
Al_2O_3	3,77 »	3,78 »	3,71 »
Fe_2O_3	0,61 »	0,61 »	0,61 »

Die sehr gute Übereinstimmung der verschiedenen Durchschnittswerte für die drei Analysengruppen zeigt mit grosser Wahrscheinlichkeit, teils dass die Differenzen zwischen den erhaltenen Analysenwerten innerhalb den Serie 4—11 ausschliesslich auf der Schwierigkeit beruhen, die Proben effektiv zu mischen, wenn sie nicht pulverisiert sind, teils dass die Adsorption seitens der Bodenprobe nach der Extraktion unmerklich ist. Hätte eine nennenswerte Adsorption stattgefunden, so müsste das Mittel der Analysenwerte innerhalb der Gruppe 8—11 grösser ausgefallen sein als innerhalb der Gruppe 4—7 a. Weiter geht aus dem Mittel für die Gruppe 12—14 hervor, dass die Pulverisierung die Mengen der verschiedenen Stoffe, die in Lösung gingen, nicht merklich beeinflusst hat. Möglicherweise liegt bei der sehr fein verteilten Probe 14 eine Tendenz zu höheren Werten vor, doch liegen die Differenzen innerhalb der Fehlergrenzen. Dies gibt der Anwendbarkeit der Methode eine starke Stütze, denn es geht daraus hervor, dass die Löslichkeit der gewöhnlichen Bodenmineralien in Oxalatlösung sehr unbedeutend ist. Gleichzeitig ist aus der Tab. 1 ersichtlich, dass schon nach ein paar Minuten langem Schütteln der grösste Teil der Gelkomplexe in Lösung gegangen ist; eigentümlicherweise scheint das Eisen am langsamsten aufgelöst zu werden.

Um die Wirkung der Oxalatlösung weiter zu prüfen, wurde eine Serie Extraktionen von einer normalen Orterde auf Moräne vorgenommen, Analysenprobe Nr 8, eine der Proben, die ich vorher verwandte beim Ausarbeiten meiner Limonitbestimmungsmethode mittels sauren Kaliumoxalats. An dieser Probe ist keine Bauschanalyse ausgeführt worden, ich habe aber eine solche gemacht (und publiziert), die sich auf die unveränderte Moräne desselben Profils bezieht (Tamm 1920, S. 249). Diese Analyse zeigt, dass die betreffende Moräne eine ganz normale granitische Zusammensetzung hat. Die Ergebnisse der ausgeführten Extraktionsversuche werden in Tab. 5 wiedergegeben.

Zur Analyse wurden von dem Filtrat $^3/_4$ oder $^2/_3$ (Nr 4 a) genommen. In einem Fall, Nr 4 b, wurde in derselben Weise wie mit Nr 7 b in Tab. 2 vorgegangen, d. h. das übrige Drittel des Extrakts zusammen mit dem Waschwasser wurde eingeengt und analysiert und die erhaltenen Werte zu den früher gefundenen addiert und als Prozente der Probe berechnet. Titan, TiO_2, wurde nur in einer Analyse (Nr 2) bestimmt; es wurde 0,03 % gefunden. Die Analysenserie scheint anzudeuten, dass nicht alles Eisen in Lösung ge-

Tab. 5. **Extraktionsversuche mit normaler Orterde auf Moräne (Nr 8), nicht pulverisierte Probe, mittels Oxalatlösung während verschiedener Zeiten.**

	1.	2.	3.	4 a.	4 b.
Schütteln während	2—3 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.	150 Min.
Menge der Probe	3,34 g	3,26 g	2,52 g	3,23 g	3,23 g
Volum der Lösung	200 cm³	100 cm³	100 cm³	150 cm³	150 cm³
SiO_2	0,56 %	0,48 %	0,46 %	0,45 %	0,45 %
Al_2O_3	2,23 »	2,54 »	3,95 »	2,20 »	2,31 »
Fe_2O_3	1,34 »	1,48 »		1,64 »	1,72 »

gangen ist, denn mit der Kaliumoxalatmethode hatte ich früher 2,41 % limonitisches Fe_2O_3 gefunden (Mittel aus 2 nahe zusammenfallenden Bestimmungen). Der ausgewaschene Rückstand nach 4 b wurde daher einer erneuten Extraktion während 60 Minuten mit 100 g Oxalatlösung unterworfen, wobei 0,08 % SiO_2, 0,14 % Al_2O_3 und 0,25 % Fe_2O_3 in Lösung gingen. Nach entsprechender Behandlung des ausgewaschenen Rückstandes nach Nr 3 mit 100 cm³ gesättigter Lösung von saurem Kaliumoxalat gingen 0,09 % SiO_2, 0,39 % Al_2O_3 und 0,43 % Fe_2O_3 in Lösung. Es ist wiederum das Eisen, das am schwierigsten vollständig in Lösung geht, was auch direkt an den Proben nach der Extraktion beobachtet werden konnte, indem sich ausser dem graulichen Mineralpulver eine ein wenig limonitfarbige Substanz setzte. Jedoch treten in den betreffenden Böden nicht selten Humusstoffe auf von gelbbraunlicher Farbe, die der des Limonits zum Verwechseln ähnlich sein kann.

Um die Verhältnisse näher zu untersuchen und daneben die Löslichkeit der gewöhnlichen Bodenmineralien in Ammonoxalatlösung kennen zu lernen, wurden die Versuche mit einer anderen Orterde Nr 67 auf Mehlsand[1] untersucht, der feinkörnigsten Orterde, die ich untersucht habe (mechanische Analyse, siehe Tab. 11). Da sie aus einem sehr feinen Sediment besteht, ist eine Pulverisierung unnötig um die Probe effektiv mischen zu können. Weiter muss man durch eine solche Probe den besten Beleg dafür erhalten können, wie gross die Löslichkeit ist, die die Mineralien an und für sich zeigen. Die Bauschanalyse der Probe ist in Tabelle 10 wiedergegeben. Es wurden zuerst 2,6 g der Probe während 60 Minuten unter Schütteln mit der Maschine mit 150 cm³ Lösung extrahiert. (Bei Analysen von unbekannten Proben nahm ich gewöhnlich eine reichliche Menge Lösung.) Nach Auswaschung wurde der Rückstand mittels 150 cm³ Oxalatlösung aufs neue in die Extraktionsflasche hinuntergespült. Da die Erde nicht vollständig vom Filter abgespült werden konnte, wurde dieses mit in die Extraktionsflasche gebracht, nachdem es mit einem Faden locker umwickelt worden war (zwecks Vermeidung seines Zerkleinerns während des Schüttelns und der Entstehung einer Mischung von Erde und Papierteilchen). Der neuerhaltene Extrakt wurde filtriert, der Rückstand wieder wie vorher behandelt, so dass ich zuletzt vier Extrakte erhielt, die auf die gleiche Weise nach einander von derselben Probe gemacht worden waren (Tab. 6). Infolge eines Missgeschicks, das bei dem zweiten Extrakt eintraf, musste diese Analyse kassiert werden. Dieselbe Probe (67) ist jedoch

[1] Mehlsand, eine feinkörnige Ablagerung, die Lösslehm sehr ähnlich ist (Tab. 11).

zur Kontrolle (siehe weiter unten, Tab. 7) zweimal einer doppelten Extraktion mit Oxalatlösung unterworfen worden, aus deren Ergebnis hervorgeht, dass nach zwei Extraktionen nur ein wenig mehr als nach einer Extraktion in Lösung gegangen ist.

Tab. 6. Wiederholte Extrakte derselben Probe, Nr 67, Orterde auf Mehlsand.

Extrakt Nr	1 : a	1 : c	1 : d
SiO_2	0,09 %	0,02 %	0,03 %
Al_2O_3	0,7[illegible]	0,11	0,13 »
Fe_2O_3	0,65 »	0,06 »	

Der früher gefundene Wert des limonitischen Eisengehaltes, mit saurem Kaliumoxalat bestimmt, ist 0,93 %.

Aus Tab. 6 geht hervor, dass wenigstens nach zwei, jedenfalls nach drei Extrakten die Kolloidhäute praktisch vollkommen gelöst sein dürften. Es muss einem beinahe erstaunen, dass die gefundenen Mengen in 1 : c und 1 : d nicht grösser sind. Dieses zeigt, dass sogar bei dieser äusserst feinkörnigen Probe die Oxalatlösung nur eine sehr schwache Wirkung auf die Mineralien ausübt. Tabelle 5 zeigt, dass es kaum möglich ist, die Kolloidkomplexe durch eine einmalige Extraktion vollständig in Lösung zu bringen, auch wenn die Extraktionszeit verlängert wird. Dieses kann darauf beruhen, dass das Extraktionsmittel in irgendeiner Weise während des Verlaufs der Reaktion verändert wird. Um eine brauchbare Analysenmethode zu erhalten, ist es deshalb angebracht, immer zwei Extraktionen auszuführen. Der ausgewaschene Rückstand nach der ersten Extraktion wird aufs neue eine Stunde lang in der Schüttelmaschine extrahiert, filtriert, das Filtrat zu dem der ersten Extraktion gegossen und dann eingedampft und analysiert. Auf diese Weise erreicht man, dass der grösste Teil der Humusstoffe mit dem ersten Extrakt fortgeschafft wird. Das erstemal braucht lange nicht so genau filtriert zu werden, und es ist kaum zu befürchten, dass bei der zweiten Extraktion das Extraktionsmittel nicht in gehörigem Überschuss vorhanden ist.

Die untersuchte Orterde, Nr 67, gehört einem Podsolprofil an auf Mehlsand, das schon früher eingehend mittels Bausch- und mechanischen Analysen untersucht worden ist (siehe Tab. 10 und 11). Um die Wirkung der Oxalatlösung weiter kennen zu lernen, wurden auch von der Bleicherde und dem Untergrund des genannten Profils Extraktionen auf die vorher beschriebene

Tab. 7. **Untersuchung eines Podsolprofils auf Mehlsand durch Extraktion mit Oxalatlösung.**

	66 Bleicherde	67 : 2 Orterde	67 : 3 Orterde	103 Untergrund
SiO_2	0,01 %	0,10 %	0,11 %	0,02 %
Al_2O_3	0,29 »	0,88 »	1,62 »	0,20 »
Fe_2O_3	0,10 »	0,83 »		0,16 »
Das limonitische Fe_2O_3 nach früherer Bestimmung mittels sauren Kaliumoxalats	0,09 »	0,93 »		

Weise ausgeführt, wobei ungefähr 2 g Boden zuerst 60 Minuten lang mit 100 cm^3 Oxalatlösung geschüttelt und dann filtriert wurde. Der Rückstand wurde wieder mit 100 cm^3 Oxalatlösung 60 Minuten lang geschüttelt. Von der Probe 67 wurden zur Kontrolle, vgl. oben, noch zwei Analysen auf diese Weise gemacht. Die Analysenwerte gehen aus Tabelle 7 hervor.

Die Analysen 67:2 und 67:3 weisen etwas höhere Werte auf als 67:1 (Tab. 9), wo nur eine Extraktion verwendet wurde. Die Resultate von Nr 66 und 103 sind von grösstem Interesse. Sie zeigen nämlich unzweideutig, dass die Mineralien, trots der feinen Verteilung, nur unbedeutend in Lösung gehen. Es ist charakteristisch für die Bleicherde, dass ungefähr die Hälfte der Eisenmineralien verschwunden ist, und dass die Flächen der Feldspate durch Verwitterung aufgelockert sind (siehe TAMM 1920). Sie scheint dagegen sehr arm an ausgefällten Kolloiden zu sein und enthält sehr wenig von Humusstoffen, die keine Hüllen um die Mineralkörner bilden. Der Untergrund, Nr 103, ist in 1 Meter Tiefe, ungefähr 70 cm unter der ziemlich dünnen Orterde genommen. Auch diese Probe muss frei von nach unten transportierten Kolloiden sein, besonders weil diese sich grösstenteils in dem überlagernden, feinkörnigen Mehlsand abgeschieden haben müssen. Dahingegen muss angenommen werden, dass sowohl in der Bleicherde als in dem Untergrund ein Teil der Mineralkörner mit sehr dünnen Häuten bedeckt sind, die sich durch Berührung mit der Bodenflüssigkeit gebildet haben. Diese Häute werden natürlich bei der Berührung mit dem Oxalat aufgelöst. Es hängt wohl mit der aufgelockerten Oberfläche der Aluminiumminералien (d. h. der Feldspate) in der Bleicherde zusammen, dass diese einen im Vergleich zur Unterlage relativ hohen Gehalt an oxalatlöslichem Aluminium aufweist. Es ist für die Anwendbarkeit der Oxalatmethode von grösster Wichtigkeit, dass die besonders feinkörnigen Proben 66 und 103, die aus den gewöhnlichen Bodenmineralien bestehen und eine granitische Zusammensetzung haben (siehe Tab. 10), keine grössere Löslichkeit zeigen.

Zu weiterer Kontrolle wurde noch eine Extraktion von dem Rückstand der Analyse 67: 2 ausgeführt. Diese ergab 0,03 % SiO_2, 0,21 % Al_2O_3 und 0,24 % Fe_2O_3. Diese Werte sind ziemlich gross im Vergleich zu 67: 1 c, Tab. 6, denen sie entsprechen. Tab. 6 zeigt jedoch, dass wenigstens nach drei Extraktionen Alles in Lösung gegangen sein muss; würde man fortsetzen, so dürfte die nicht ganz unmerkliche Einwirkung der Lösung auf die Mineralien mit hinein spielen und die Resultate verschlechtern. Es sei hervorgehoben, dass der Mehlsand Nr 67 infolge seiner Feinkörnigkeit die am meisten kritische Probe ist, die ich wählen konnte; es schien auch, als ob noch nach der zweiten Extraktion etwas limonitgefärbtes Material in der Probe vorhanden war, was in andern von mir untersuchten Proben (siehe unten) nicht der Fall zu sein pflegte. Es dürfte deshalb zu empfehlen sein stets eine doppelte Extraktion auszuführen und in Fällen, wo besondere Genauigheit notwendig ist, eine dritte zur Kontrolle.

Weitere Extraktionsversuche wurden mit einer Probe von Braunerde auf Hyperitmoräne gemacht, Nr 171, Bauschanalyse siehe Tab. 10. Während die mineralischen Komponenten aller vorhererwähnten Proben eine granitische Zusammensetzung hatten und hauptsächlich aus Quarz, Kalifeldspat, saurem Natron-Kalkfeldspat, Biotit, Hornblende u. m. bestehen, so sind die Mineralien in Probe 171 basischer Plagioklas (Labradorit), Augit, Olivin u. m., die

sowohl bei der chemischen Verwitterung als in ihrem Verhältnis zu verschiedenen Lösungsmitteln eine weit grössere Löslichkeit als die Granitmineralien aufzuweisen pflegen. Besonderes Interesse hat die Probe ausserdem als Braunerde, da die vorher untersuchten aus typischen Podsolprofilen stammen. Die Analysen wurden nach einmaliger Extraktion auf dieselbe Weise wie bei Probe 46 gemacht (Analyse von $^3/_4$ des Filtrates).

Tab. 8. **Extraktion von Braunerde auf Hyperitmoräne (Nr 171) mit Oxalatlösung. Verschieden lang andauerndes Schütteln in der Maschine.**

	1	2	3 a.	3 b.
Menge der Probe	5,57 g	4,26 g	3,47 g	3,47 g
Volum des Extraktionsmittels	200 cm³	200 cm³	200 cm³	200 cm³
Extraktionszeit.....	30 Min.	60 Min.	120 Min.	120 Min.
SiO_2.....	0,44 %	0,44 %	0,41 %	0,49 %
Al_2O_3	2,08 »	2,22 »	2,21 »	2,68 »
Fe_2O_3	0,53 »	0,79 »	0,71 »	0,86 »

Der früher mittels sauren Kaliumoxalats gefundene Gehalt an limonitischem Fe_2O_3 ist 1,44 %. In zwei der ausgeführten Analysen wurde auf Titan hin geprüft, jedoch nur schwache Spuren erhalten.

Die Werte unter 171: 3b wurden auf dieselbe Weise erhalten wie oben betreffend 46: 7b beschrieben, nämlich durch Auswaschen des Extraktionsrückstandes, siehe bei Tab. 2. Da 171: 3b durchgehend etwas höhere Werte als 171: 3a aufweist, sieht es aus, als ob eine Adsorption vorliege, wenn nicht das mit Wasser ausgeführte Auswaschen an und für sich die hohen Zahlen in 3b verursacht hat, da es sich hier um einen Boden handelt, der aus so ungewöhnlich leichtlöslichen Silikatmineralien besteht. Ein Extrakt des Rückstandes von 3 b mit 100 cm³ Lösung unter Schütteln während 60 Minuten ergab folgende Werte: 0,07 % SiO_2, 0,23 % Al_2O_3 und 0,55 % Fe_2O_3. Daraus geht hervor, dass es fortwährend das Eisen ist, das am schwierigsten in Lösung geht. Von dem Rückstand der letztgenannten Analyse wurde auf dieselbe Weise ein dritter Extrakt gemacht, in welchem nur das Eisen bestimmt wurde. Als Resultat ergab sich 0,07 % Fe_2O_3. Es geht daraus hervor, dass auch in diesem Fall zwei Extraktionen zureichend gewesen zu sein schienen um die Gelkomplexe in Lösung zu bringen, aber vielleicht sind die Mineralien in grösserer Ausdehnung angegriffen worden als in den vorhergehenden Fällen. Eine Bodenart von der Zusammensetzung der Probe 171 (siehe Tab. 10) ist jedoch eine Seltenheit und wurde gerade in diese Serie mitaufgenommen in ihrer Eigenschaft als Extremfall.

Es ist eine sehr bemerkenswerte Erscheinung, dass in allen untersuchten Fällen beträchtliche Mengen von Kieselsäure bei der Oxalatextraktion in Lösung gegangen sind. Es ist von Interesse diese Menge mit den Quantitäten Kieselsäure zu vergleichen, die aus denselben Böden mittels einer Alkalilösung von passender Konzentration extrahiert werden können. Verschiedene Verfasser haben verschiedene, alkalische Lösungen verwendet, um s. g. hydratische Kieselsäure aus Bodenproben zu extrahieren. Atterberg (1908, S. 379) gibt an, dass ein ursprünglich von Van Bemmelen herstammendes Ver-

fahren das beste sei, da dabei die hydratische Kieselsäure ausgelöst wird, ohne dass die Bodenmineralien nennenswert beeinflusst werden. Die Verfahrungsweise besteht darin, die Bodenprobe während 3 Minuten mit 3,5 % NaOH bei 50° C zu extrahieren. Ich schüttelte in einem Wasserbad von 50° C 2—3 g Boden während 3 Minuten mit 50 cm^3 3,5-prozentiger Natronlauge (e natrio), die bis zu 50° C vorerwärmt worden war. Dann wurde schnell in einen Becher filtriert, das Filtrat unmittelbar sauer gemacht, die Humusstoffe mit konzentrierter Salpetersäure zerstört und die Kieselsäure bestimmt. Das Resultat geht aus Tab. 9 hervor, wo auch die vorher mit Oxalatlösung bestimmten Kieselsäurewerte angeführt sind. Da bei der praktischen Anwendung der Oxalatmethode zwei Extraktionen (siehe oben) erforderlich sind, habe ich in Tab. 9 die Werte angegeben, die betreffend Probe 46, 8 und 171 durch Summierung der Werte der ersten und zweiten Extraktion erhalten worden waren. Von Probe 67 wurde ein Doppelextrakt verwendet.

Tab. 9. **Vergleich der Gehalte an Kieselsäure, bestimmt mittels Extraktion mit 3,5-prozentiger Natronlauge und saurer Ammonoxalatlösung:**

Probe	SiO_2, bestimmt mit	
	Natronlauge	Oxalatlösung
46	0,75 %	0,79 %
8	0,46 »	0,50 »
67	0,13 »	0,10 »
171	0,47 »	0,53 »

Die Übereinstimmung ist wie ersichtlich ausgezeichnet. Es scheint, als ob die Oxalatlösung die Kieselsäure etwas energischer löst als die Natronlauge, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass die bei der Oxalatextraktion verwendete Wassermenge sehr viel grösser war und die Extraktion zweimal vorgenommen wurde, wobei die Mineralien etwas Kieselsäure abgegeben haben können. Dass von der sehr feinkörnigen Probe 67 nicht mehr als 0,13 % Kieselsäure bei der Behandlung mit Natronlauge in Lösung ging, zeigt, dass die Natronlösung von Atterberg und Van Bemmelen die Mineralien nicht in nennenswerter Ausdehnung angreifen kann. Diese Methode wurde ursprünglich verwendet, wo es galt, solche Kieselsäure zu lösen, die bei Extraktion von Bodenproben mit Salzsäure ungelöst blieb. Es liegt jedoch kein prinzipielles Hindernis vor, die Methode anzuwenden für im Boden im voraus befindliche, hydratische Kieselsäure. Dass die Oxalatmethode dasselbe Resultat ergibt wie die Behandlung mit Natronlauge, ist eine starke Stütze für ihre Anwendbarkeit.

Es wurde weiter eine Anzahl verschiedenartiger Proben mit der Oxalatmethode analysiert, jedoch ohne andere Kontrolle als dem Vergleich mit dem früher mit saurem Kaliumoxalat bestimmten Gehalt an limonitischem Fe_2O_3.

Hierbei wurden immer grobpulverisierte Bodenproben verwendet, wie bei den früheren Limonitbestimmungen. Zuerst wurde ein sehr harter, eisenreicher Ortstein von sogenannter allochtoner Natur untersucht (siehe Tamm 1920). Dieser war durch Zufuhr von Grundwasser in einer Sandablagerung gebildet (eine Analyse des Sandes von derselben Ablagerung findet sich bei Hesselman 1917, S. 1273; der Sand hat eine normale granitische Zusammenset-

zung). Während sonst immer 2 g Probe verwendet wurden, nahm ich von dieser besonders eisenreichen Probe nur 1 g, das auf die gewohnte Weise mit 100 cm³ Oxalatlösung während 60 Minuten geschüttelt wurde. Der Rückstand auf dem Filtrierpapier wurde nach dem Auswaschen wie vorher behandelt, die beiden Filtrate zusammengegossen und analysiert. Das Ergebnis war 0,18 % SiO_2, 1,12 % Al_2O_3 und 6,02 % Fe_2O_3. Früher war mittels sauren Kaliumoxalats 10,16 Fe_2O_3 gefunden worden. Offenbar haben in dieser Probe, wo der Limonit harte, kompakte Krusten um die Mineralkörner bildet, nicht einmal zwei Extraktionen mit saurer Ammonoxalatlösung die ganze Menge auszulösen vermocht. In solchen Fällen ist es am besten, zur Eisenbestimmung ein energischer wirkendes Lösungsmittel zu verwenden. Man hat es in seiner Hand durch Verminderung des Gehaltes an neutralem Oxalat in der verwendeten Extraktionslösung die Wasserstoffionenkonzentration zu steigern und sie stärker auflösend zu machen, was gerade betreffend der eisenreichen Sandproben geeignet sein muss.

Es wurden noch einige weitere repräsentative Proben aus verschiedenen, früher analysierten Bodenprofilen ausgeführt. Sie sind zusammen mit Bauschanalysen derselben Proben und den vollständigen Analysen der vorher analysierten Proben 46, 67, 103 und 171 in der Tabelle 10 wiedergegeben. Die mittels Oxalatextrakt bestimmten Mengen Kieselsäure, Aluminium und Eisen sind als ausgeflockte SiO_2, bezw. Al_2O_3 und Fe_2O_3 bezeichnet zum Unterschied von mineralischer SiO_2, Al_2O_3 und Fe_2O_3 u. s. w.

Tab. 10. **Vollständige Analysen von einigen Bodenproben.**

	Humuspodsolprofil auf Moräne. Rokliden, Norrbotten				Podsolprofil auf Mehlsand Ragunda, Jämtland			Braunerdeprofil auf Hyperitmoräne. Mölnbacka, Värmland	
	Obere humose Orterde, Nr 45	Untere hellere Orterde, Nr 46	Gley-Horizont Nr 48	Moräne, in 2 m Tiefe, Nr 135 I, Rokliden, Norrbotten	Bleicherde Nr 66 I	Orterde Nr 67	Untergrund in 1 m Tiefe, Mehlsand Nr 103	Obere Braunerde auf Hyperitmoräne, Nr 170	Untere Braunerde auf Hyperitmoräne, in 50 cm Tiefe, Nr 171
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
H_2O	7,28	6,71	1,89	1,33	1,30	3,20	1,38	4,00	5,60
Humus	10,89	6,46	1,08	0,45	3,64	2,82	0,25	4,21	3,59
Mineralisches SiO_2	58,18	62,74	71,75	73,03	76,92	68,85	74,42	45,92	42,09
Ausgeflocktes SiO_2	0,19	0,83	0,22	0,13	0,01	0,10	0,02	0,30	0,56
TiO_2	0,36	0,36	0,38	0,39	0,64	0,52	0,54	0,99	0,95
Mineralisches Al_2O_3	9,46	10,10	11,57	12,64	9,39	11,43	11,64	14,58	15,00
Ausgeflocktes Al_2O_3	2,83	3,55	0,89	0,68	0,29	0,88	0,20	1,68	2,91
Mineralisches Fe_2O_3	1,51	1,68	2,19	2,49	1,32	3,87	3,14	11,22	11,09
Ausgeflocktes Fe_2O_3	1,56	0,83	1,01	0,23	0,10	0,84	0,16	1,42	1,41
MgO	0,53	0,36	0,69	0,89	0,62	1,30	1,28	6,62	7,50
CaO	1,45	1,53	1,83	1,86	1,80	2,04	2,01	6,16	6,28
Na_2O	2,60	2,46	3,00	3,05	1,69	1,59	2,12	2,03	2,03
K_2O	2,54	2,65	3,02	3,05	2,38	2,65	2,80	0,62	0,37
P_2O_5	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	0,02	0,04	0,12	0,25	0,25
Summe	99,38	100,26	99,52	100,22	100,12	100,13	100,08	100,00	99,63
Limonitisches Fe_2O_3 nach Bestimmung mit saurem Kaliumoxalat	1,81	1,03	1,14	0,38	0,09	0,93	—	2,04	1,44

Tab. 11. Mechanische Analysen (nach ATTERBERG). Podsolprofil auf Mehlsand, Ragunda, Jämtland.

Korngrösse	Bleicherde Nr 66	Orterde Nr 67	Untergrund Nr 103
> 0,2 mm	0,6 %	1,6 %	0,2 %
0,2—0,02 »	61,7 »	65,3 »	86,5 »
0,02—0,002 »	30,1 »	27,3 »	10,6 »
< 0,002 »	7,5 »	5,5 »	2,6

Da ich dazu übergegangen war, Doppelextraktionen zu verwenden, um so weit möglich den gesamten Gelkomplex in Lösung zu erhalten, nahm ich für die Proben 46 und 171 die Werte, die sich ergaben durch Addition der unter bezw. 46 : 7b und 171 : 3b angegebenen Zahlen mit den bei der nochmaligen Extraktion der betreffenden Rückstände erhaltenen. Diese Werte werden also vollkommen vergleichbar mit den Doppelextrakten, die später ausgeführt wurden. Mit den Proben 45, 48 und 135 (die gemacht wurden, bevor ich eingesehen hatte, dass diese Modifikation der Methode notwendig war) ist nur eine Extraktion ausgeführt; nach allem zu urteilen lösten sich jedoch die Kolloidhäute vollständig in diesen Proben, weshalb der Fehler nicht so gross sein dürfte. Die Tabelle 11 enthält mechanische Analysen der untersuchten Mehlsandproben 66, 67 und 103.

Der mit Ammonoxalatlösung gefundene Gehalt an Eisen ist stets etwas niedriger als der früher mittels sauren Kaliumoxalats bestimmte Gehalt an limonitischem Eisen. Der Unterschied zwischen den beiden Methoden beruht wahrscheinlich darauf, dass die weniger saure Ammonoxalatlösung schwächer auf die Mineralien einwirkt.

Tab. 10 zeigt, dass bedeutende Unterschiede zwischen verschiedenartigen Bodenproben bei der Analyse mittels Oxalatextrakts hervortreten können. Für eine Diskussion der Verhältnisse in verschiedenen Fällen reicht jedoch das Material lange nicht aus. Es ist bemerkenswert, dass die unverwitterte Moräne aus 2 m Tiefe (Probe 135) 0,68 % Al_2O_3 bei der Extraktion abgegeben hat. Möglicherweise kann dies auf die Anwesenheit von aluminiumreichen Kolloidhäuten zurückgeführt werden, die die Feldspatkörner umgeben, doch ist es verfrüht, darüber etwas Sicheres auszusagen. Eine auf diese Art ausgeführte vollständige Analyse gewährt jedoch unbestreitbar einen bedeutend tieferen Einblick in die chemischen und mineralogischen Eigenschaften der untersuchten Bodenart, als früher möglich war. Selbstverständlich wäre es auch möglich, mittels der Oxalatmethode den Gehalt an adsorbierten Basen zu bestimmen, die frei werden müssen, wenn die adsorbierenden Kolloide in Lösung gebracht werden. Da es nötig war, die Aufgabe zu begrenzen, konnten nur einige Vorversuche, diese Fragen betreffend, ausgeführt werden. So wurden Kalzium und Magnesium in einigen Proben bestimmt, siehe Tab. 12.

Aus der Tab. 12 geht hervor, dass geringe Mengen Kalk, aber nicht bestimmbare Mengen Magnesia sich in den untersuchten Proben adsorbiert finden. Es ist eigentümlich, dass der Kalk in Oxalatextrakten in Lösung gehen kann. Dies dürfte auf das Entstehen eines löslichen Doppelsalzes zurückzuführen sein. Durch Behandlung des geglühten Rückstandes nach dem Eindampfen der Extrakte mit Fluorwasserstoffsäure anstelle der Sodaschmelze könn-

Tab. 12. **Bestimmung von Kalzium und Magnesium in einigen Oxalatextrakten.**

	Probe 46	Probe 8	Probe 171
Zeit des Schüttelns	2—3 Min.	2—3 Min.	30 Min.
CaO	0,12 %	0,10 %	0,12 %
MgO	Spuren	0,00 »	0,00 »

ten natürlich auch die Alkalien bestimmt werden; es wurde jedoch kein Versuch in dieser Richtung ausgeführt.

Die saure Ammonoxalatlösung hat auch, was durch direkte Wahrnehmung beobachtet werden kann, eine sehr energisch lösende Einwirkung auf die Humuskomponente des Gelkomplexes. Der Extraktionsrückstand einer sehr humösen Orterde nach der Behandlung mit Oxalatlösung gab bei Digerieren mit Ammoniak eine kaum gefärbte Lösung, während die ursprüngliche Probe, mit Ammoniak behandelt, eine dunkelbraune Lösung gab (SCHÜTZE's Reaktion auf Humussäuren im Boden). Eine quantitative Bestimmung dieser Humusstoffe muss jedoch natürlich an einer besonderen Probe gemacht werden, z. B. mit der Methode GRANDEAU's. Durch diese Methode und die Oxalatmethode kann man also leicht zu einer vollständigen Kenntnis der Mengen der verschiedenen Komponenten (organischen wie anorganischen) des Gelkomplexes im Boden gelangen.

Es scheint somit, als ob die saure Ammonoxalatlösung den Gelkomplex vollständig aufschliesst. Betreffs Eisen und Aluminium beruht dies offenbar auf der Bildung komplexer Ionen. Vielleicht werden dabei die negativ elektrisch geladenen Komponenten (Humusäure, Kieselsäure) des Gelkomplexes dispergiert und gehen in den Solzustand über.

Als Endergebnis der Untersuchung sei hervorgehoben, dass man an einer Lösung von saurem Ammonoxalat bei Gegenwart von neutralem Ammonoxalat eine Flüssigkeit hat, welche, obwohl äusserst schwach sauer, die Gelkomplexe des Bodens energisch aufzulösen vermag. Diese Lösung scheint deshalb mit grossen Vorteil verwendet werden zu können, um analytisch deren anorganische Komponenten zu bestimmen, wobei jedoch eine doppelte Extraktion nötig ist.

Wenn grosse Genauigkeit gefordert wird oder eine für eine grössere Probenserie typische Probe von methodischem Gesichtspunkt aus bewertet werden soll, muss ausserdem eine dritte Extraktion vorgenommen werden, um festzustellen, dass keine grösseren Mengen des Kolloidkomplexes nach der Extraktion im Rückstand ungelöst zurückgeblieben sind. Sollte dies nicht zum Ziel führen, so kann man durch Verminderung des Gehalts der Lösung an neutralem Ammonoxalat deren Azidität beträchtlich vergrössern und dadurch die Wirkung energischer machen. Die Azidität der von mir gebrauchten Lösung ($p_H = 3{,}2—3{,}3$) dürfte die schwächste sein, die Verwendung finden kann; diese Lösung hat den Vorteil, nur in sehr beschränktem Umfang die Bodenmineralien anzugreifen. Da eine gesättigte Lösung von saurem Kaliumoxalat ($p_H = 2{,}18$) die Eisenverbindungen (die stark gefärbten) auch in harten, eisenreichen, humusarmen Ortsteinen vollständig auszulösen scheint, dürfte diese Lösung die obere Grenze der Azidität bezeichnen, die nicht überschritten werden soll.

Vielleicht liegt das für den praktischen Gebrauch am meisten geeignete Extraktionsmittel zwischen diesen beiden Oxalatlösungen, und vielleicht sollte man für verschiedene Bodentypen verschiedene Lösungen verwenden. Es wäre sehr interessant, die Methode an Tonböden zu versuchen. Es wäre ja möglich, dass für diese auch die am wenigsten saure Lösung sich als zu stark erwiese, doch erscheint dies kaum wahrscheinlich, da 2-prozentige Essigsäure (p_H = = ungefähr 2,6) karbonatfreie Tone nur wenig auflöst. (Westerberg, 1901 S. 127). Wie die Oxalatmethode modifiziert werden muss, um auf karbonathaltige Böden angewendet zu werden, kann gegenwärtig nicht angegeben werden; vielleicht würde es nötig, zuerst die Karbonate mit kalter, sehr verdünnter Essigsäure auszulösen vor der Vornahme der Extraktion mit Oxalatlösung.

LITERATUR.

Atterberg, A.: 1908. Om metoderna för leranalysen. Lantbruksakademiens handlingar och tidskrift, 1908 ; 3, s. 365—397.

Cushman, A. S., och Hubbard, P.: 1907. The decomposition of the feldspars. U. S. Dep. of Agriculture. Office of public roads. Bulletin n:r 28.

Dumont, J.: 1905. Séparation des espèces minérales de la terre arable. Compt. rend. 140, p 1111.

—— 1909. Les enduits de revêtement des particules terreuses. Compt. rend. 149, p 1087.

—— 1911. Sur une nouvelle méthode d'analyse physique du sol. Compt rend. 153, p 889.

Niklas, H.: 1912. Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Humussäuren. Berlin 1912.

Sigmond, A. v.: 1914 a. Bericht über die Arbeiten der Internationalen Kommission für die chemische Bodenanalyse. Erste Mitteilung an die Kommission. Int. Mitt. für Bodenkunde. Bd IV: 4/5. s. 271—296.

—— 1914 b. Zweite Mitteilung an die Mitglieder der internationalen Kommission für die chemische Bodenanalyse. Int. Mitt. für Bodenkunde. Bd IV : 4/5, s. 296—297.

Tamm, O.,: 1917. Om skogsjordsanalyser. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 13—14 s. 235—260.

—— 1920. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. Ibid. Häfte 17, s. 49—300.

Vesterberg, A.: 1901. Chemische Studien über Dolomit und Magnesit. Bull. of the geol. inst. of the University of Uppsala, V, s. 97—131.

LARS-GUNNAR ROMELL

HÄNGLAVAR OCH TILLVÄXT HOS NORRLÄNDSK GRAN.

1. Inledning; lavfrågan i litteraturen.

Något som ej minst bidrager att ge många av de högnorrländska skogarna ett för sörlänningen så främmande och för mången så skrämmande utseende, är den slöja av hänglavar, i vilken träden stå höljda. Redan LINNÉ fick härav ett mäktigt intryck. I Flora lapponica 1737 finner man sid. 346 en passus som på svenska skulle lyda ungefär så: »Det finnes en vidsträckt skog, som på alla håll skiljer Lapplands skogsland från angränsande landskap, och där bo så gott som inga människor; denna skog står på en ytterst torftig jord, täckt av den vita renlaven och med täta träd bevuxen, från vilka denna skäggiga svarta laven nedhänger. När jag första gången beträdde lapparnas område och kom till dessa mörka skogar, mörka på grund av trädens täthet men mörkare tillfölje dessa svarta skägg, av vilka de liksom äro överdragne, och ännu mera i ögonen fallande[1] genom den, likasom av snö, med vit lav täckta marken, då fast häpnade jag och insåg granneligen att jag nu komme till en landsända, långt annorlunda än därvid jag var van. När vi under resan i Dalarne lämnade Elfdalen, styrande kosan mot Serna genom en lång och vidsträckt ödemark, syntes oss åter en alldeles likadan skog . . .»

Vi känna i LINNÉS skildring genast igen tallheden i övre Norrland, som även finnes så långt söderut som i Särna. Men även en annan i övrigt mycket olika skogstyp utmärkes i lika hög grad av den yppiga utvecklingen av hänglavar, nämligen den försumpade granskog, som betäcker vida sträckor av Norrland.

Beträffande den roll, lavarna spela för trädens trevnad och utveckling, gå meningarna isär. De mest kategoriska påståendena finner man mest

[1] *Speciosas;* TH. M. FRIES översätter »prydliga», men med hänsyn till arten av LINNÉS natursinne torde det vara ytterst tvivelaktigt att han fann lavskogarna vackra. Jag har därför efter samråd med fil. kand. FR. BLOM översatt ordet efter dess ursprungliga neutrala betydelse.

i något äldre litteratur. Som ett exempel må följande uttalande tjäna, som återfinnes hos HOLMERZ & ÖRTENBLAD 1886, sid. 194: »Vad som inom Norrbotten otvivelaktigt mest bidrager att nedsätta granens tillväxt och trevnad är svarta manlaven (*Alectoria jubata*) . . . Vanligen uppträder han först hos medelålders (omkring 100-åriga) träd, börjande sitt angrepp några meter nedom toppen, varifrån han sprider sig uppåt och nedåt. I mån som laven utbreder sig längs grenar och kvistar, avfalla efter hand barren; och han synes vegetera kraftigast å ännu friska men kala stamdelar, vilka han helt och hållet omväver och hänger svajande för vinden. På detta sätt ser man honom ofta vid sin utgångshärd hava förkvävt barrdräkten, så att en med uteslutande manlav behängd del av kronan skiljer den ännu friska toppen från trädets övriga grönskande delar. Efter hand griper dock laven omkring sig, så att granen omsider erhåller torr topp. Så vitt vi hittills kunnat finna, böra av laven förorsakade skador anses vara beroende av mekaniska orsaker. Den trådformiga bålen omspinner kvistarne; och då de av vinden sättas i rörelse, utsättas barren för en, om ock svag friktion, som bringar den i ett sjukligt tillstånd, i följd varav de gulna, torka och avfalla. På detta sätt bliva vissa delar barrlösa och torra, andra endast mindre rika på barr. I sin helhet blir sålunda trädets barrmassa mindre, varigenom assimilationsförmågan och med den trädets tillväxt avtager.»

Senare författare synas i allmänhet nöja sig med att konstatera en parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt utan att yttra sig om vad som vore att anse som det primära, eller de sätta degenerationsfenomenen i deras helhet i samband med ålders-, klimatiska eller jordmånsfaktorer, därmed degraderande lavighetens betydelse till väsentligen ett symptom på dålig tillväxt hos träden. Enligt G. ANDERSSON & HESSELMAN (1907 sid. 58) äro träden i grankälen ». . . mindre kraftiga och trädkronorna i större eller mindre grad besvärade av lavar», och i den försumpade granskogen (s. 62) »låga, starkt lavbehängda och ha svagt utvecklade kronor och ringa tillväxt», medan i granlunden »granarna utmärka sig för mycket täta, mörka, kraftigt utbildade, nästan alldeles lavfria kronor». BERONIUS (1917 sid. 76) säger, att »s. k. växtliga, medelålders» granskogar, 50—150 år gamla, till skillnad från de oväxtliga, kännetecknas »av friskare grönska, svagare lavpåhänge» etc. AND. HOLMGREN (1917 s. 153) talar om »en granskog, sådan den i de flesta fall ser ut i Norrland, av överåriga, laviga, barrfattiga träd». Hos MELIN (1917 s. 66) står under rubriken Lav-Polytrichum-hed på myrmark: »tallarna eller granarna äro tynande och lavbehängda»; orsaken anges som en klimatisk: »Enligt mitt förmenande är det sommarfroster och möjligen medverkande kall dimma under vegetationsperioden,

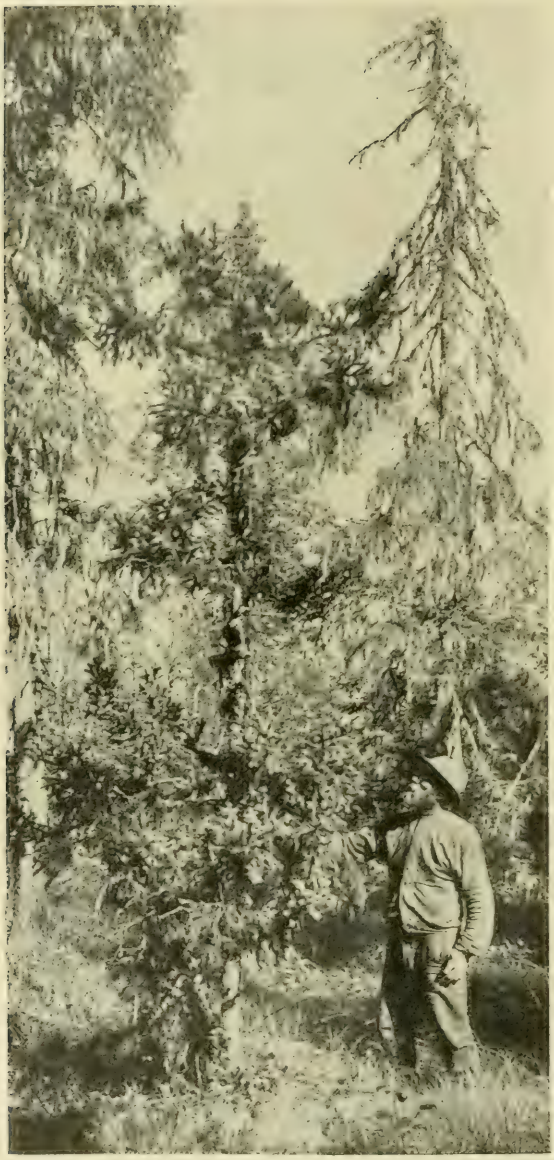
som ytterst är orsaken till denna hedtyp». SERNANDER (1917 s. 20—21) talar om »AXEL LUNDSTRÖMS oväxtliga granskog, den degenererade granskogen framför andra», med träden »visande svag tjocklekstillväxt och inhöljda i *Alectoria jubata*», vilken skogstyp utmärkes av »råhumusbildning och kraftig podsolering i marken och endast »på gynnsam jordgrund» viker för »växtliga och godartade former» av fjällskogen. Den degenererade granskogen skulle framför allt vara klimatiskt betingad: »Detta ha vi klimatomstörtningen att tacka för».

I en helt nyligen utkommen uppsats återkommer SERNANDER till lavfrågan. Här yttrar han sig betydligt mera positivt och företräder åsikter, som mycket överensstämma med HOLMERZ-ÖRTENBLADS: »Denna lav (*Alectoria jubata*), vars oerhörda direkta och indirekta skadegörelse i de nordsvenska skogarna även ur praktisk synpunkt förtjänade ett ingående studium, är här granarnas sannskyldiga mordängel. Så fort ett träd börjar sacka bakåt i sin allmänna vitalitet, kommer *Alectoria* att allt tätare och tätare omkläda de allt kortare och kortare skotten, varav följden blir att barren förr eller senare dödas av de svarta lavmassornas beskuggning» (1922 s. 243).

Jag avstår från att belasta framställningen med flere litteraturcitat. Det anförda visar tillfyllest hur meningarna gå isär. Samtidigt torde alla vara ense om att den omedelbara iakttagelsen många gånger ger ett starkt intryck av att lavarna — särskilt den svarta laven — äro verkligt farliga för träden och direkt framkalla barrfattigdom och topptorka hos de angripna granarna. Det är ifråga om tillförlitligheten eller tolkningen av detta intryck som meningarna dela sig.

För att om möjligt skaffa några säkrare och framförallt objektiva hållpunkter på frågan än man förut ägt har Skogsförsöksanstalten tagit upp den till behandling. Undersökningen anförtroddes åt mig, som däråt ägnade större delen av eftersommaren och hösten 1919 samt några arbetsdagar under var och en av de tre följande somrarna. Fältundersökningarna förlades till Västerbotten och Norrbotten, huvudsakligen till Kulbäckslidens krp i Degerfors revir och skogarna därintill, och undersökningarna lades på granen, då det redan vid första ögonkastet på förhållandena ute i naturen synes uppenbart att där största utsikten finnes att påvisa en menlig inverkan av lavarna, om en dylik föreligger. De ovan citerade uttalandena av HOLMERZ & ÖRTENBLAD samt SERNANDER gälla även, liksom alla jag kunnat finna i litteraturen, främst eller endast granen.

Här må tillåtas mig att inskjuta ett kort och ärligt tack för värdefull hjälp till min hustru, Dr M.-M. ROMELL-RISS samt till fil. lic. C. MALMSTRÖM och docent G. STÅLFELT.



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb 15. Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 1. Svartlavsangripen grantopp (den avsågade toppen står upprest på marken).
Von der schwarzen Flechte befallener Fichtengipfel (Der Mann hält den abgesägten Gipfel aufrecht.) — Krp. Kulbäcksliden, Degerfors, Vb.

Att undersökningen nu framlägges för offentligheten betyder, som läsaren skall finna i det följande, ingalunda att jag lyckats lösa den föreliggande uppgiften. De resultat jag kan framlägga som stöd för frågans bedömande ha genomgående karaktären av indicier i stället för bevis. Då undersökningen likväl publiceras och lavfrågan därmed tillsvidare avföres från Skogsförsöksanstaltens arbetsprogram, sker det tvärtom därför, att så stora svårigheter visat sig möta mina försök att få exaktare hållpunkter på problemet, att de icke ansetts kunna övervinnas med en uppoffring av tid och arbete i rimlig proportion till lavfrågans betydelse.

2. De två viktigaste norrländska hänglavarna och deras förekomst.

Tallhedarnas hänglavar utgöras till allra största delen av den svarta *Alectoria Fremontii* Tuckerm. I de försumpade granskogar jag sett spelar däremot den grågulvita *Alectoria sarmentosa* Ach.[1] den stör-

[1] Artbestämningarna gjorda av lektor G. MALME å av mig insamlat material från Kulbäckslidens krp.

sta rollen, kvantitativt och fysiognomiskt. I regel finnes även *A. Fremontii*, nämligen i topparna av träden — första och andra kronskiktet —, medan *A. sarmentosa* överdrager den nedre delen av kronan med sitt gråvita flor. Det är ej så, att den ena och andra laven är bunden till tallen resp. granen. Enstaka, i granskog å morän insprängda tallar har jag sett rätt rikligt behängda med den vita laven, och omvänt har jag å älvsandsmark, där tallheden övergick i en blandskog med gran, sett granar från ovan till nedan behängda med uteslutande eller nästan uteslutande svartlav[1].

Det är framför allt svartlaven, som ansetts farlig för granen. Den förekommer yppigast å degenererade eller döende, trasiga, skatiga toppar, och har därför ansetts framkalla topptorka hos granen. Fig. 1 visar en av svartlav angripen grantopp, visande den utbildning av skottsystemet i form av skilda ruskor, som man ofta iakttager å dylika och som av SERNANDER (1922) tolkas som orsakad av »vertikala växlingar i lavangreppets styrka».

Vad det är för en faktor, som är bestämmande för den beskrivna fördelningen av lavarna, är tillsvidare omöjligt att säga. När man ser på deras förekomstsätt i granskogen, är man närmast böjd att anse det hela som en ljusfråga. Den svarta laven borde i så fall ha större ljusbehov än den vita. I det nyss omtalade fallet med svartlaviga granar på älvsand förekom emellertid den svarta laven ned till en relativ ljusintensitet av 3—5 %, och mellan träden i de svartlaviga bestånden, så exponerat som möjligt, mättes så låga ljusvärden som 6—8 % (mätningar den 24. VIII. 1919 mitt på dagen med WYNNES ljusmätare för fotografiskt bruk), medan å andra sidan MALMSTÖM i gransumpskog med *Sphagnum Girgensohnii*, där den vita laven råder nästan oinskränkt, fann värden mellan 7 och 10 % (enligt mätningar med samma instrument den 29. IX. 1919 mitt på dagen, vilkas resultat lic. MALMSTRÖM välvilligt låtit mig använda). Vid en jämförelse mellan siffrorna är att märka, att MALMSTRÖMS värden hänföra sig till de mörkaste växplatserna för *Girgensohnii*-tuvorna, som kunde uppletas å den undersökta lokalen. Trots detta antyda siffrorna som synes ej alls att den svarta laven skulle ha större ljusbehov än den vita. De meddelade siffrorna äro visserligen ej så mycket värda; de äro framförallt för få.

En annan tänkbar orsak till den svarta och vita lavens fördelning är olikheter i luftfuktigheten. Denna är sannolikt i sumpskogen i genomsnitt lägre uppe i höjd med topparna än närmare marken och lägre över tallheden än i sumpskogen. Den vita laven skulle då ha större krav än svartlaven på luftfuktighet. Några siffermässiga hållpunkter har jag ej; säkra dylika äro av flere skäl ganska svåra att anskaffa. Av några mätningsserier, som jag utfört, synes likväl framgå, att genomsnittliga differenser i vertikal led kunna föreligga mellan helt närliggande lokaler.

[1] I det följande kallas för korthetens skull *A. sarmentosa* den vita laven eller vitlaven, *A. Fremontii* den svarta laven eller svartlaven.

Tab. 1. **Relativ luftfuktighet i % i brösthöjd över olika slags mark.**
Tab. 1. Relative Feuchtigkeit der Luft in Brusthöhe über Boden verschiedener Art.

Tid Zeit	Tallmosse Kiefernmoor	Sumpskog Sumpfwald	Mossrik granskog Moosreicher Fichtenwald	Mossig tallhed Moosige Kiefernheide	Myr Moor
7^{30}—8^{30}	$66{,}3 \pm 2{,}1$	$69{.}2 \pm 1{,}5$	$67{,}2 \pm 1{,}8$	$71{,}3 \pm 0{,}4$	$64{,}5 \pm 1{,}2$
3^{00}—4^{30}	$48{,}7 \pm 0{,}9$	$51{,}7 \pm 2{,}3$	$44{,}7 \pm 0{,}5$	$42{,}4 \pm 0{,}6$	$40 \pm 0{,}2$
6^{00}	73	$74{,}3 \pm 0{,}9$	$63 \pm 0{,}6$	$61{,}7 \pm 0{,}9$	$63{,}2 \pm 2{,}2$
8^{30}—9^{00}	$91{,}3 \pm 0{,}4$	$94{,}5 \pm 0{,}2$	$91{,}7 \pm 0{,}7$	91	$95{,}7 \pm 0{,}7$

Mätningarna utfördes å Kulbäckslidens försöksfält i Degerfors socken utefter samma linje som punktserien å kartan Romell 1922 s. 238 (jfr för lokaliseringen hänvisningen å sid. 236 till Malmströms karta). Av de fem stationerna låg den första å tallmossen nedanför brunn VI, den andra i sumpskogen 8 m nedom brunn VI, den tredje mitt emellan brunn V och V^x, den fjärde å moränryggen 10 m från kojan och den sista ute på myren utanför kartbilden. Mätningarna gjordes med en portabel Assmans aspirationspsykrometer av Fuess' tillverkning och så, att i varje serie flere mätningar gjordes å samma station, alternerande med mätningar å de andra stationerna, detta för att utjämna inverkan av de snabba förändringarna i fuktighet morgon och afton. Varje i tabellen angivet värde är medeltal ur minst tre och högst 12 mätningar. Där intet medelfel utsatts, ha alla mätningarna givit samma värde (primärvärdena uttryckta i hela %). De angivna medelfelen ha naturligtvis ett mycket begränsat värde, då varianterna äro så få; de ha endast utsatts för att ge en föreställning om variationen i primärvärdena.

Differenserna emellan stationerna äro mestadels rätt osäkra, men de gå som synes genomgående i den riktningen, att luftfuktigheten i sumpskogen håller sig högre än över närmast omgivande marker. Det synes finnas en viss sannolikhet för antagandet, dels att i gransumpskogen den relativa fuktigheten i genomsnitt sjunker upp emot trädkronorna, dels att luftens fuktighet är genomsnittligt lägre i tallhedar än i gransumpskogar.

En annan sak, som bör spela in och som måhända i själva verket är den avgörande för de två lavarternas fördelning, är spridningsbetingelserna. Som A. N. Lundström och Sernander ha påpekat, synas de lavar det här är fråga om spridas huvudsakligen i form av lösblåsta tofsar — bålkolonier, bålar eller bålfragment. Vid de pålavningsförsök som jag utfört och för vilka redogöres längre fram (avd. 8) gjorde jag den iakttagelsen, att det på de vanligen mer eller mindre hängande undre grenarna i grankronorna är mycket lättare att få den vita laven att fastna än den svarta. Den förras tågor äro böjligare, smidigare, kila sig lättare in mellan barren och fastna effektivt på kvistarna. Man behöver blott lägga tussar av den vita laven helt löst omkring eller ovanpå kvistarna, efter första regn har lavpåhänget kilat och snott sig fast och ser fullt naturligt ut. Ej så med den svarta laven. För att den skall sitta kvar ordentligt måste man linda den rätt stadigt omkring kvistarna och med konst kila in den mellan barren. Nu äro som bekant kvistarna i kronans topp av en annan typ än längre ned, spärrgrenigare

och vågräta eller uppstigande, och barren grövre, mer utspärrade och i allmänhet något glesare ställda. Troligen har den svarta laven här lättare att fastna. Vad tallen beträffar, påminner ju dess arkitektonik genomgående mera om de spärriga toppkvistarnas hos granen än om de hängande undre grenarnas. Det synes alltså blott behöva antas, att den svarta laven, om den infinner sig, kan konkurrera ut den vita, för att fördelningen av lavarna skall kunna förklaras av spridnings- och vidfästningsförhållanden.

Alla iakttagare äro ense om, att hänglavarna företrädesvis förekomma på oväxtliga, halvdöda eller döende träd. Å andra sidan bruka lavarna som även redan anmärkt i litteraturen finnas rikligare på halvdöda träd än på alldeles döda och torra. Orsaken till det sistnämnda förhållandet kunde sökas i att en större luftfuktighet bör stå till buds i de ännu levande trädens kronor än i de alldeles torra kronskeletten. Dessutom kan man även i detta fall tänka på vidfästningsförhållanden. Lavarna äro enligt mina iakttagelser (se nedan, avd. 3) till större delen fästade vid kvistarna på så sätt att deras grenar äro inkilade mellan barren. Det är alltså huvudsakligen barren som hindra lavtottarna att slitas av genom blåst och regn, och det synes ganska förklarligt, att lavarna ha svårare att hålla sig kvar på alldeles barrfria grenar.

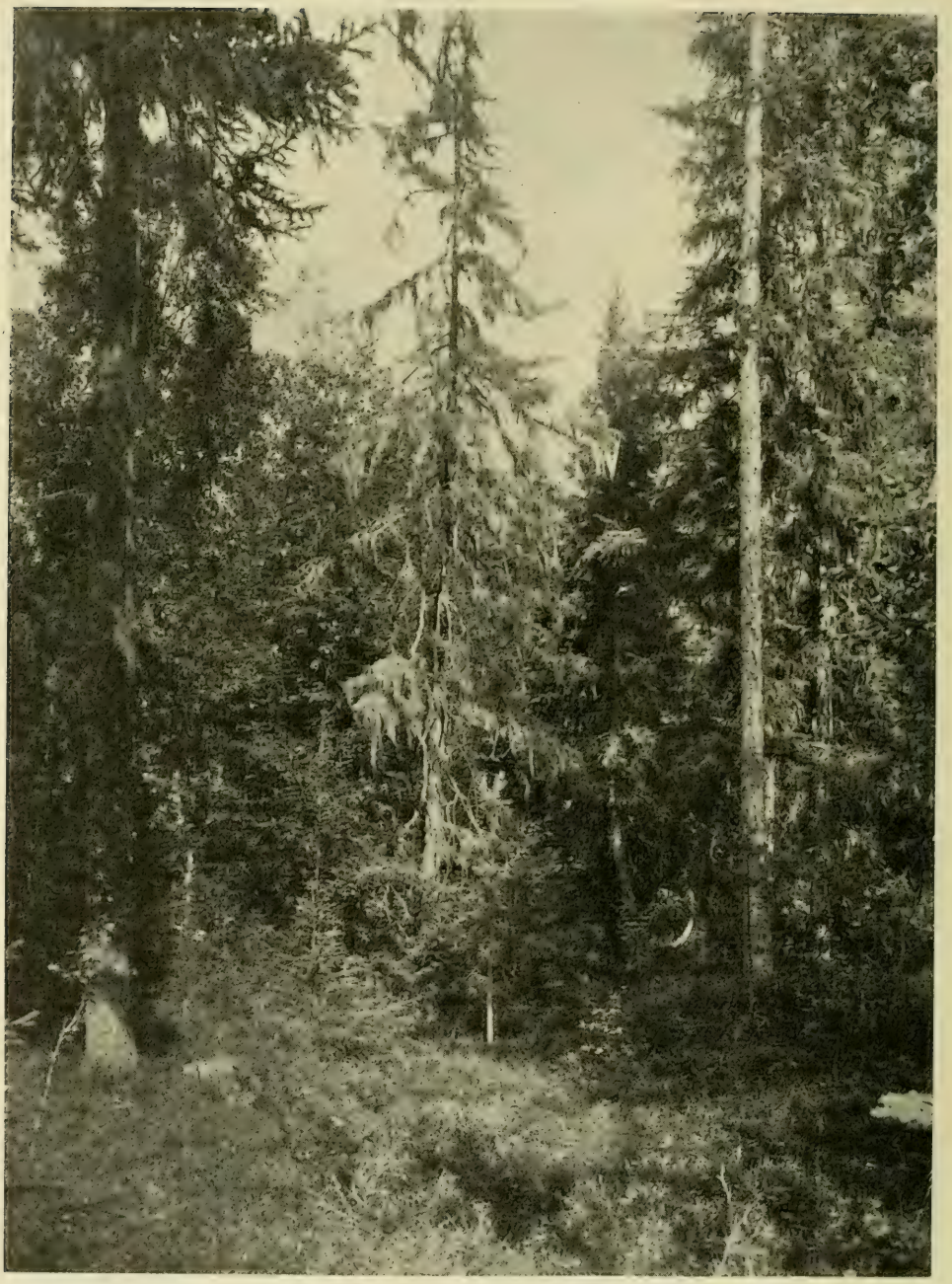
Riktigt växtliga träd bruka vara så gott som lavfria även om de stå alldeles intill andra starkt lavbehängda (jfr fig. 2; den laviga granen är här alldeles död). Likaså är det ytterst sällan man ser några lavar på låga träd, under 3 à 4 m höjd, hur deras tillstånd f. ö. är (jfr unggranarna i förgrunden fig. 11 nedan, avd. 9). Under denna höjd gäller ej den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt som man eljes kan iakttaga; även de uslaste exemplar, t. ex. hundraåriga marbuskar av 1 à 2 m höjd. bruka vara fullständigt lavfria.

Sambandet mellan lavighet och dålig tillväxt för de högre träden kan naturligtvis bero på en skadlig inverkan från lavarnas sida på de laviga granarna, men det kan också bero därpå, att endast de dåligt växande granarna bli angripna av lavar. Detta är en punkt, som kommer att sysselsätta oss i det följande.

Att alla träd under en viss höjd bruka vara lavfria torde böra förklaras som betingat av spridningsförhållanden. Jägmästare K. GRAM meddelade mig, att enligt hans iakttagelser lavarna framförallt synas sprida sig på eftervintern, då man ser stora mängder av dem ligga och blåsa omkring på snön. Men vid denna tid skyddas småträden ännu av ett tjockt snötäcke.

3. Till de laviga grankvistarnas morfologi.

Den svarta laven angriper som nämnt med förkärlek de spärrgreniga kvistarna i kronornas toppar. Beträffande den vita laven däremot, som



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 46. Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 2. Ensam död lavig gran bland växtliga lavfria.
Tote flechtenbefallene Fichte unter lebenden flechtenfreien. — Krp. Kulbäcksliden, Degerfors, Vb.

Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 17. Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 3. Lavkvist av hängtyp.
Flechtenbefallener Zweig von hängendem Typus. — Näsland, Degerfors, Vb.

behärskar området i de undre kronskikten, gäller det att lavangreppet blir särskilt kraftigt eller åtminstone ser farligast ut å hängande kvistar som den å fig. 3. Å kvistar av hängtyp är det vanligt att finna även årsskotten insnärjda i lavar, hos kvistar av vågrät typ är det sällsynt. Förklaringen är säkert helt enkelt den, att hos de förra årsskotten växa rätt in i de nedhängande lavtottarna, medan de hos de senare växa rätt ut och ha mycket större utsikter att undvika att komma i kollision med dem.

Hos grenar, angripna av den vita laven, är det ej ovanligt att se en utbildning av kvistsystemet i två våningar, en övre, relativt föga lavbesvärad och mer vågrät, en undre, mer hängande, lavig och tynande. Man får det intrycket, att grenen råkat ut för ett lavangrepp och räddat sig genom att utveckla ett övre skottsystem, medan det gamla undre dödas av laven. Det är emellertid alls ej säkert, att detta intryck är riktigt. Dylik våningsbildning förekommer även utan något lavangrepp, och vidare kommer, som nyss nämnt, om en dylik gren med dels hängande, dels vågräta skottsystem angripes av lavar, lavbehängningen av rent mekaniska skäl att se svårare ut å de hängande kvistarna.

Vid försiktig fripreparering av lavarna från av den vita laven angripna kvistar[1] har jag städse funnit endast en obetydlig del vidfäst med häftskivor, som vanligast sitta på de upphöjda bladkuddarna strax basalt om ett barr. Större delen av lavarna äro endast upphängda intrasslade bland barren och alltså att beteckna som vandrande epifyter eller grenförna för att använda en term som jag hört uppgivas användas av prof. SERNANDER. Vidfästa har jag endast funnit lavarna å skottleder äldre än 4—5 år. Likväl äro ej sällan t. o. m. sommarens årsskott omspunna med lavar. Detta inträffar som ovan nämnt lättast och oftast på hängande kvistar.

Vad den svarta laven beträffar, så skall den enligt uppgifter i litteraturen (se SERNANDER 1901, 1922) bilda häftskivor från grenspetsarna, medels vilka påblåsta lavtottar alltså aktivt skulle kunna fästa sig vid underlaget. Å spontant med svartlav bevuxna kvistar kom jag ej att utföra några preparationsförsök, men å kvistar, som jag behängt med svartlav, har jag efter 2 år förgäves sökt efter några häftorgan, varmed de påhängda lavarna fäst sig vid underlaget.

4. Tänkbara sätt för skadlig inverkan av lavarna och möjligheter till experimentell prövning.

Hur det än må förhålla sig med svartlavens hapterer och vilken biologisk roll dessa må spela, torde man få utgå ifrån att även för denna

[1] Vid detta tålamodsarbete hade jag mycket god hjälp av min hustru.

lav en direkt parasitism är utesluten. Haptererna äro såvitt man känner rena häftorgan; de därifrån utgående hyferna tränga visserligen ned i och utfylla befintliga småsprickor och fördjupningar i barken, men något som antyder att de fungera som något slags haustorier är ej känt.

En direkt skadlig inverkan av lavtäcket på träden är likväl tänkbar, på flere olika sätt. Lavtäcket bör först och främst nedsätta assimilationsintensiteten hos de därav beskuggade barren. Det kan vidare nedsätta transpirationen. Det är även möjligt att lavarna hindra den normala utvecklingen av knoppar och skott, dels på grund av en kemisk inverkan av ur laven extraherade ämnen, dels rent mekaniskt. En mekanisk skada är även tänkbar under den form, som HOLMERZ & ÖRTENBLAD föreställde sig, nämligen så att barren genom friktionen mot de omspinnande lavtrådarna vid kvistarnas svajande för vinden försättas i ett sjukligt tillstånd, avlossas eller lösslitas.

Efter vad jag kan se, äro med den givna uppräkningen möjligheterna för en skadlig inverkan från lavens sida uttömda, om en direkt parasitism får anses utesluten. Det experimentella arbetet inriktades därför på en prövning av dessa olika punkter, med utgångspunkt från följande resonnemang.

Lavarnas skadliga inverkan kan antingen ha en lokal eller diffus karaktär, d. v. s. antingen yttra sig i påtagliga förändringar hos de angripna kvistarna eller ock orsaka en allmän nedsättning i trädets vitalitet, som ej behöver märkas lokalt, t ex. genom en måttlig nedsättning av assimilationsintensiteten. Först ansåg jag det lämpligt att undersöka, om den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt, som man kan iaktta för hela träd, även gäller i detalj för mer eller mindre laviga skottspetsar å samma träd. Om en påtaglig korrelation då skulle visa sig, bevisar detta visserligen ingenting om kausalsammanhanget, men man kan säga så mycket, att om denna parallellism beror på en direkt skadegörelse från lavarnas sida, bör denna kunna konstateras genom direkta belavningsförsök å enskilda kvistar. En mekanisk skada bör även visa sig vid dylika försök. Om lavarnas roll som skadegörare vore huvudsakligen den, att de orsakade en allmän nedsättning i trädens vitalitet, borde storleken av denna inverkan kunna i någon mån bedömas genom jämförande assimilations- och transpirationsmätningar, i den mån den beror på hämning av dessa processer. Skulle den däremot sammanhänga med någon slags kemisk inverkan, som är för svag att låta sig påvisas lokalt vid belavningsförsök med enskilda kvistar, så blir denna effekt mycket svår att komma åt experimentellt; man finge då tillgripa belavningsförsök eller besprutning med lavinfusion under längre tid å hela träd. Sådana försök har jag ej kunnat tänka på att utföra, men eljes har jag prövat alla de olika angivna vägarna.

5. Samband mellan lavighet och skottutveckling för enskilda skottleder.

För att utröna, om en parallellism i detalj kan påvisas mellan lavighet och skottutveckling utförde jag en liten statistisk undersökning, som tillgick sålunda. Av laviga granar insamlades i juli—aug. 1919 på måfå från olika lokaler i trakten av Kulbäcksliden och Näsland, Degerfors socken, Vb., en del kvistar mer eller mindre beklädda med den vita laven. Av materialet användes för statistiken endast kvistar, där somliga knoppar skjutit, andra ej. Dessa kvistar, summa 21 stycken, hade 337 skottspetsar, för vilka dels lavigheten hos den yttersta skottleden näst årsskottet (om sådant fanns) uppskattades i en femgradig skala, från 0 = intet till 4 = starkaste lavpåhänge, dels antecknades, huruvida spetsknoppen skjutit under sommaren.

Materialet fördelade sig som tabell 2 visar.

Tabell 2. **Samband mellan lavighet och skottskjutning.**
Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Spriessen der Apikalknospe.

Lavighet Stärke der Flechtenbedeckung	Antal skottspetsar där spetsknoppen Anzahl Sprossspitzen wo die Apikalknospe	
	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gesprossen
0	**56**	33
1	44	**60**
2	16	56
3	8	56
4	2	6

Tabellen visar en tydlig negativ korrelation mellan lavighet och skottskjutning. I det undersökta materialet äro, trots utgallringen från början av alla kvistar, där alla eller inga knoppar skjutit, mycket olika grader av livskraftighet företrädda. Procenttalet av knoppar som skjutit varierar för de olika kvistarna mellan 8 och 56. För att se om korrelationen minskas, om man gör statistiken på ett likformigare material, gjordes en uppdelning i tre grupper efter det olika relativa antal knoppar som skjutit, varvid första gruppen fick omfatta kvistar. där under 30 %, andra gruppen där 30—49 % och tredje grupppen där över 50 % knoppar skjutit. I varje grupp kommo 7 kvistar med resp. 114, 121 och 102 skottspetsar.

Tab. 3. **Samband mellen lavighet och spetsknoppens utveckling inom kvistgrupper med olika % skjutna knoppar.**

Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Spriessen der Apikalknospe innerhalb drei Gruppen von Ästen, mit verschiedenem % gesprossenen Knospen.

Lavighet Stärke der Flechtenbedeckung	Grupp 1 (8—22 %) Antal knoppar som Anzahl Knospen die		Grupp 2 (32—47 %) Antal knoppar som Anzahl Knospen die		Grupp 3 (50—56 %) Antal knoppar som Anzahl Knospen die	
	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.
0	9	21	20	7	27	4
1	0	27	23	21	21	12
2	2	22	11	17	3	17
3	4	23	2	19	2	14
4	1	4	0	1	1	1

Tabellen visar, att korrelationen är kvar efter uppdelningen i grupper, och knappast ens svagare än förut (att närmare bestämma korrelationens styrka genom att uttrycka den talmässigt, t. ex. genom värdet på en korrelationskoefficient, är knappast lämpligt eller ens tillåtligt, då lavighetsskalan grundar sig på en skattning och ej på en definierad måttenhet). Det synes alltså föreligga ett tydligt samband i detalj mellan lavighet och skottskjutning, gällande t. o. m. för de enskilda skottspetsarna. Ett dylikt samband bevisar naturligtvis lika litet som det samband som den direkta iakttagelsen i naturen synes angiva mellan lavigheten och tillväxten för hela träd någonting om kausalsammanhanget. Det kan lika väl vara så att träden resp. skottspetsarna äro laviga, därför att de äro svaga, som så att de äro svaga, därför att de äro laviga.

En möjlighet till närmare analys för skottspetsarnas vidkommande av sambandet föreligger därigenom, att vid statistikens uppgörande för de knoppar, som ej skjutit, antecknades om de ännu voro levande eller ej. Sambandet med lavigheten för fördelningen på de tre sålunda uppkommande kategorierna och för alternativet levande—döda knoppar framgår av tab. 4.

Som man ser, är skillnaden mellan första och andra kolumnen i tab. 4 med avseende på fördelningen på olika lavighetsklasser helt obestämd, medan en påtaglig skillnad visar sig mellan den andra och den tredje kolumnen. I överensstämmelse härmed visa de två sista kolumnerna i tab. 4 en stark korrelation med lavigheten för alternativet levande—döda knoppar, starkare än tab. 2 och 3 visa för alternativet knopparna skjutit —ej skjutit.

Sambandet mellan lavighet och skottutveckling för enskilda skottleder

Tabell 4. **Samband mellan lavighet och spetsknoppens liv och utveckling.**
Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Lebendsein wie Spriessen der Apikalknospe.

Grupp Gruppe	Lavighet Stärke der Flechtenbedeckung	Antal knoppar som Anzahl Knospen die			Antal skottspetsar med knoppen Apikalknospe	
		skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gesprossen			
			knoppen lever Knospe lebt	knoppen död Knospe tot	levande lebend	död tot
1	0	**9**	**15**	7	**24**	7
	1	0	14	**13**	14	**13**
	2	2	12	10	14	10
	3	4	10	**13**	14	**13**
	4	1	2	2	3	2
2	0	20	6	1	26	1
	1	**23**	**15**	6	**38**	6
	2	11	6	11	17	11
	3	2	3	**16**	5	**16**
	4	0	0	1	0	**1**
3	0	**27**	**3**	1	**30**	1
	1	21	**3**	9	24	9
	2	3	1	**16**	4	**16**
	3	2	1	13	3	13
	4	1	1	0	2	0
1—3	0	**56**	24	9	**80**	9
	1	44	**32**	28	76	28
	2	16	19	37	35	37
	3	8	14	**42**	22	**42**
	4	2	3	3	5	3

beror alltså på att skottspetsar med döda spetsknoppar av en eller annan anledning ofta äro starkt laviga, medan endast en obestämd-obetydlig skillnad med avseende på lavighet förefinnes hos skottspetsar med levande spetsknoppar mellan sådana, där knoppen skjutit, och sådana, där den ej skjutit. Detta resultat synes mig starkt tala för, att det samband som finnes ej beror på någon primär skada från lavarnas sida. Om orsaken till sambandet vore en skada från lavens sida av den art som den direkta iakttagelsen i lavskogarna synes ge vid handen och som beskrivits av författare som äro övertygade om lavtäckets stora skadlighet, nämligen en småningom skeende allmän försvagning av de lavangripna skotten, skulle man vänta sig en stark korrelation med lavig-

heten hos skottspetsar med ännu levande knoppar för alternativet skjutit —ej skjutit. En dylik visade sig ej.

De laviga skottspetsarna med döda spetsknoppar äro alltså sannolikt laviga därför att spetsknoppen är död, och ej tvärtom. Det är uppenbarligen möjligt, att det samband, som man iakttager mellan lavighet och dålig tillväxt och i allmänhet ett dåligt tillstånd hos hela träd är av samma natur, Av rent spridningshistoriska skäl böra skottspetsar, där spetsknoppen är död, som alltså ej kunna skjuta några årsskott och där därför medelåldern för den yttersta skottleden måste vara större än för den yttersta eller näst yttersta skottleden hos skott med levande spetsknopp, vara lavigare än sådana, där spetsknoppen lever. Lavarna ha ju haft längre tid på sig att infinna sig. Vidare bruka utväxande årsskott i stor utsträckning kamma av de lavar, som kommit på skottspetsen (jfr nedan, avd. 8). Skott, som skjuta årsskott, rensa sig alltså i viss mån själva från lavar. Det är klart, att redan av dessa skäl degenererade, döende träd med en stor procent döda, overksamma skottspetsar böra bli lavigare än växtliga, och det är möjligt, att detta är hela orsaken till sambandet mellan lavighet och dåligt tillstånd hos träden.

Om emellertid det statistiskt funna sambandet i detalj mellan lavighet och dålig skottutveckling har sin orsak i en primär skadegörelse från lavarnas sida, så är det tydligt, att denna skadegörelse skall låta sig påvisas genom pålavningsförsök med enskilda kvistar, då dess verkan måste vara helt lokal.

6. Hänglavarnas inverkan på transpirationen.

De metoder som finnas för att bestämma växters och växtdelars transpiration grunda sig antingen på en direkt bestämning, t. ex. genom vägning, av det avdunstade vattnet eller ock på en bestämning av den mängd vatten som växten, kvisten etc. upptar för att ersätta det avdunstade vattnet, s. k. potometriska försök. Avdunstningen och uppsugningen av vatten äro visserligen ingalunda i varje ögonblick lika stora (jfr t. ex. MONTFORT 1922), blott i stort sett äro de upptagna och avgivna mängderna överensstämmande.

Då det för den föreliggande undersökningen för mig gällde att arbeta med laviga kvistar, erbjöd potometermetoden bestämda fördelar. Om man direkt bestämmer det av en lavig kvist under en viss tid avdunstade vattnet, så vet man ej, om detta är den verkligen av trädkvisten själv avgivna mängden, ty vattnet kan ha delvis levererats av lavarna, eller ock kan det man bestämmer vara skillnaden mellan kvistens avdunstning och lavarnas upptagning av vatten. För att någon av de direkta metoderna skall ge riktiga resultat fordras tydligen att lavbetäckningen

under försöket varken avger eller upptar vatten, och detta är ej lätt att realisera på grund av lavarnas hygroskopicitet och stora yta. Jag ansåg under sådana förhållanden potometrisk bestämning bättre och säkrare. Den frånvaro av fullständig överensstämmelse i varje ögonblick mellan avdunstning och vattenupptagning, som man måste räkna med som en felkälla vid denna metod, visar sig i försöken som en viss tröghet och eftersläpning i utslagen, men eftersom lavarna ej stå i förbindelse med kvistens vattenledningbanor, är man åtminstone säker, att de utslag man får peka i rätt riktning, vilket man däremot ej kan vara vid användning av någon av de direkta metoderna. Om jag t. ex. först bestämmer en normal lavfri grankvists transpiration genom vägning och därefter hänger på lavar för att studera deras inverkan, så komma lavarna, om de före försöket voro torra, att ta åt sig en del av det avdunstade vattnet, vilket orsakar en skenbar transpirationsminskning, om transpirationen fortfarande bestämmes genom vägning; i själva verket kanske kvistens transpiration var oförändrad. Om lavarna voro våta, komma de i stället att under försöket avdunsta vatten, och man får en skenbar hög transpiration eller rent av ökning av transpirationen, fastän grankvisten själv kanske ej avgivit något vatten alls.

Jag tillgrep alltså potometermetoden. Principen för denna metod är att det transpirerande systemet — kvisten, plantan — får suga vatten ur ett kärl, som är fullständigt vattenfyllt och slutet så när som på ett kapillärrör, där vätskeminskningen i kärlet kan avläsas på en skala. Mina försök utfördes på för dylika försök brukligt sätt och med iakttagande av de vanliga försiktighetsmåtten. Å den först under vatten avskurna grankvisten till försöket slätputsades barken noggrant och försiktigt runt om ett stycke från nederänden, en genomborrad gummipropp, uttänjd över en korkborr, sköts över och sattes på så att den slöt till vid det putsade stället, och sedan kvisten under vatten försetts med en frisk sned snittyta sattes gummiproppen med isittande kvist på sin plats i det vattenfyllda potometerkärlet. Därefter utdrevos de sista luftblåsorna ur detta och vätskeytan i kapillären ställdes vid skalans början, varpå försöket kunde börja. Under försökets gång kunde vid behov vätskeytan i kapillären flyttas tillbaka till skalans början genom insläppning av vatten genom ett sidorör, varefter avläsningarna omedelbart kunde fortsätta. Kvistarna undersöktes hängande. Försöken utfördes inomhus vid ett ljust fönster i en gård i Näsland, Degerfors socken.

Lavarnas inverkan på transpirationen undersöktes på två sätt, dels genom att avlava från början laviga kvistar, dels genom pålavning av från början lavfria.

Försök 1, 30. VII. 1919. 45 cm lång, starkt lavig kvist (lavighet 4) av hängtyp från lavig gran, krp. Kulbäcksliden. Alla transpirerande delar fullständigt omspunna av lavar (*Alectoria sarmentosa*, liksom i alla försöken). Grenen, på vilken kvisten satt, togs hem den 29. VII och stod i vatten inne över natten. Lavarna torra. — Efter 1 tim. transpiration i potometer befriades kvisten från lavar, varvid 3 levande barr avbrötos (totalantal barr å kvisten c:a 1300). Sedan fortsatt observation 2 tim. Resultatet är grafiskt framställt i fig. 4, kurva I.

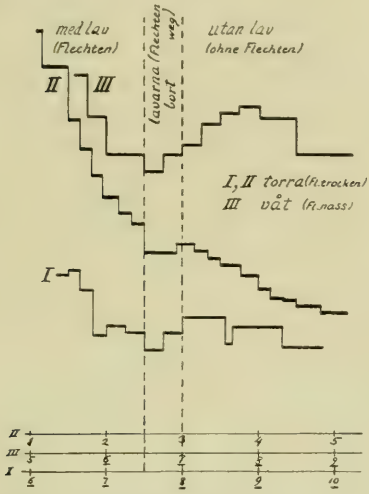


Fig. 4. Potometerkurvor, försök 1—3.
Potometerversuche 1—3, graphisch.

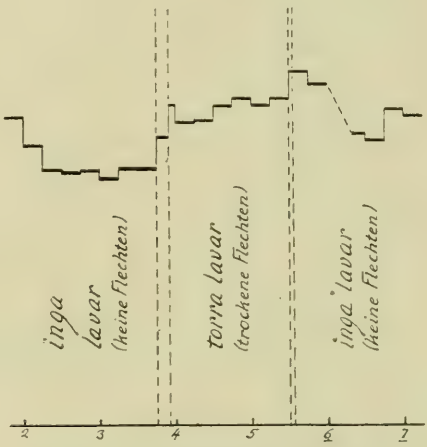


Fig. 5. Potometerkurva, försök 4.
Potometerversuch 4, graphisch.

Försök 2, 1. VIII. 1919. Lavig kvist (lavighet 3), mellanform mellan hängtyp och 2-skiktad, från gren av lavig gran å Kåtaåsen, som hemförts den 31. VII och stått i vatten över natten. Lavarna torra. — Efter $1^1/_2$ tim. transpiration å potometer befriades kvisten från lavar; omkring 200 mer eller mindre gröna barr medföljde vid operationen (totalantal barr å kvisten 4500). Därefter 2 tim. fortsatt försök. Resultat, se kurva II, fig. 4.

Försök 3, 2. VIII. 1919. Kvist med lavighet 4 av lavig gran, alla transpirerande kvistar mer eller mindre omspunna av lavar. Kvisten hämtad samma morgon nära Granängesmyran, mellan Näsland och Kulbäcksliden. Föregående dag ihållande duggregn, men då kvisten hämtades, voro lavarna redan för känseln alldeles torra. Före försöket blöttes hela kvisten i vatten, så att lavarna voro alldeles våta. — Efter 2. tim. observation avlägsnades lavarna, varvid 12 levande barr medföljde (totalantal barr å kvisten c:a 1300). Fortsatt observation $2^1/_2$ tim. Resultat, se kurva III, fig. 4.

Försök 4, 4. VIII. 1919. Normal, lavfri grankvist, tagen i svagt regn sent på kvällen 3. VIII. — Efter 2 tim. observation behängdes kvisten med lavar, så att den såg ut som en kvist av lavighet 4. Efter $1^1/_2$ tim. lavarna åter bort, observation ytterligare $1^1/_2$ tim. Resultat, se fig. 5.

Försök 5, 5. VIII. 1919. Samma kvist som föregående med ny snittyta. — Efter omkring 1 tim. observation behängdes kvisten ånyo med torra lavar

till lavighet 4 (alla småkvistar ordentligt insvepta i lavar runtom). Efter $^3/_4$ tim. lavarna bort. Efter 1 tim. våta lavar omlindade. Efter 3 tim. lavarna bort. Efter 2 tim. kvisten helt nedsänkt i vatten. Fortsatt observation 3 tim. Resultat se fig. 6.

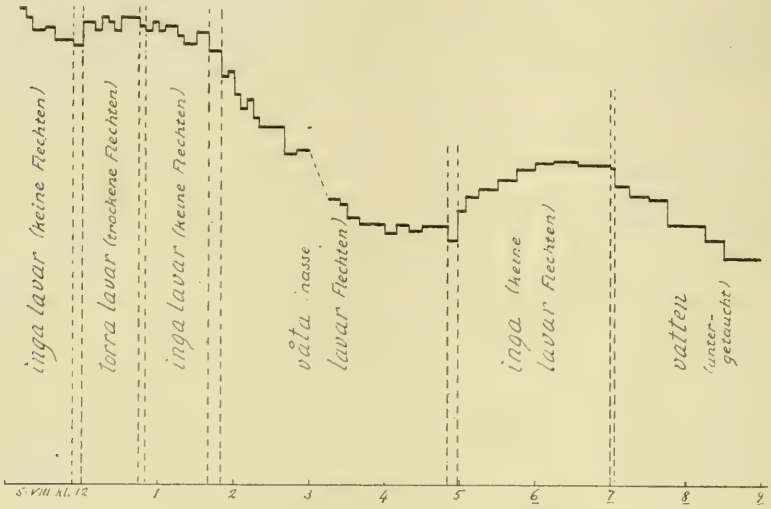


Fig. 6. Potometerkurva, försök 5.
Potometerversuch 5, graphisch.

Vid en granskning av kurvorna, som återge försöksresultaten, lägger man först och främst märke till en genomgående ganska stark sjunkande tendens. Detta är ett fenomen, som mycket ofta visar sig i potometerförsök, och som beror på att snittytan småningom tillstoppas. I de föreliggande försöken synes den sjunkande tendensen anmärkningsvärt stark jämfört med vad som brukar vara fallet hos goda objekt för potometerförsök, vilket antagligen sammanhänger med hartsavsöndringen från snittytan. Detta kurvornas allmänna sjunkande utgör en svårighet vid bedömningen av på- resp. avlavningens inverkan på transpirationen. Man kan knappt hålla sig till de absoluta värdena, utan måste döma efter kurvans riktning, Ofördelaktig är vidare av samma skäl den tröghet, som enligt vad vi redan ovan nämnt kännetecknar det potometriskt mätta reaktionsutslaget vid en förändring i transpirationen. Man ser t. ex. av fig. 6, att potometerkurvan ingalunda snabbt går ned till 0, när hela kvisten doppas ned i vatten och transpirationen sålunda fullständigt stoppas; den sjunker blott ganska långsamt.

Emellertid torde av försöken framgå, att även ett mycket kraftigt täcke av torra lavar under de betingelser som gällde vid försöken ej nedsätter grankvistarnas transpiration. En behängning med torra lavar synes tvärtom ofta ökat transpirationen (figg. 5 och 6). En dylik effekt

skulle i de föreliggande försöken kunna förklaras därigenom att de torra lavarna uppta vatten ur luften och på så sätt åstadkomma en nedsatt luftfuktighet i barrens omgivning. Dessutom tycks en annan sak i någon mån ha spelat in. Man ser av fig. 5 hur i försök 4 såväl på- som avlavningen åstadkommit en snabb ökning av transpirationen. Detta tyder på en inverkan av den mekaniska behandlingen av kvisten under själva operationen (på- resp. avlavningen), en inverkan som dels kan bero på ett hastigare ombyte av luftskiktet närmast barren, dels på att hanterandet med kvisten utlöst en retningsreaktion hos barrens klyvöppningar.

Å andra sidan visar sig, som man kunde vänta, en betäckning av genomblöta lavar nedsätta transpirationen lika kraftigt som en neddoppning av hela kvisten i vatten (fig. 6, jfr även kurva III fig. 4).

Om man vill söka tillämpa dessa försöksresultat på förhållandena ute i naturen, måste man å ena sidan tänka på att försöken utfördes inomhus, alltså i nästan stilla luft, och följaktligen ej ge någon upplysning om lavarnas transpirationsnedsättande effekt i luft i rörelse. Att luftdrag mycket kraftigt ökar transpirationen vet man, och att lavbehängningen bör åstadkomma ett visst vindskydd är ganska säkert. För att undersöka möjligheterna att uppskatta styrkan av denna inverkan under naturliga förhållanden gjorde jag år 1920 ett par transpirationsförsök i det fria (denna gång medels vägning) men fick så oerhört varierande värden, att resultaten ej inbjödo till fortsatt arbete. För att exakt utreda lavarnas transpirationshämmande verkan i luft i rörelse skulle man helt säkert behöva arbeta med under varje försök konstanta och kända vindstyrkor; en dylik undersökning bleve både dyrbar och arbetsam. Samma är f. ö. fallet i fråga om vindens inverkan på den normala transpirationen, varom man vet ytterst litet kvantitativt. Om Skogsförsöksanstalten någon gång kommer att fysiologiskt angripa frågan om vindens transpirationökande inverkan för våra skogsträds vidkommande, så kan därvid lämpligen som en biuppgift lavarnas vindskyddande roll utredas. Att igångsätta en så omfattande undersökning speciellt för lavfrågan hade däremot varit olämpligt.

För närvarande kan man alltså angående lavarnas inverkan på transpirationen säga 1) att lavarna *(Alectoria sarmentosa)* ej synas minska transpirationen i stilla luft, om de äro torra; 2) att laviga kvistars transpiration i luft i rörelse sannolikt är lägre än lavfria kvistars med motsvarande exposition, men att hämningens styrka ej låter sig uppskattas; 3) att våta hänglavar åstadkomma en mycket stark hämning av transpirationen.

Beträffande den ekologiska betydelsen för granarna av lavarnas inverkan i detta fall är det svårt att yttra sig. Jag skulle vilja hänvisa till att även om vi exakt kände den primära transpirationshämmande

effekten av ett visst lavtäcke vid olika vindstyrkor, så skulle den biologiska tolkningen av dessa siffror ändock ej vara så lätt. Vattnet är växternas viktigaste näringsämne, som de emellertid äro tvungna att slösa med för att kunna skaffa sig och producera andra nödvändiga näringsämnen — så kan man kort uttrycka det komplicerade sambandet mellan transpiration, näringsupptagande och assimilation. Vattenbrist är därför för växterna en fara, lika närliggande som ödesdiger. I överensstämmelse därmed är klyvöppningssystemet, varmed växterna kunna reglera sin transpiration, en mycket känslig mekanism. Enligt till större delen opublicerade undersökningar av doc. M. G. STÅLFELT (jfr emellertid STÅLFELT 1921 s. 247—249 och s. 268), av vilka han välvilligt tillåtit mig att på detta sätt antydningsvis meddela några resultat, är även hos våra barrträd klyvöppningssystemet mycket känsligt och reagerar mycket snart för överbelastning, Sålunda stängas klyvöppningarna mycket snart vid blåst. Det ginge sålunda ej an att direkt översätta de värden man experimentellt fått på den primära transpirationshämningen genom ett lavtäcke i en motsvarande effektiv hämning av transpirationen under naturliga förhållanden vid motsvarande vindstyrka. En hel mängd faktorer komma att spela in, bl. a. en tidsfaktor, och det är alls ej otänkbart, att ett träd med ett visst vindskydd, t. ex. av lavar, under en blåsig dag kan komma att transpirera sammanlagt mera och framförallt jämnare och på ett ekologiskt fördelaktigare sätt än ett träd utan detta vindskydd.

Vad beträffar den ekologiska betydelsen av den väl så gott som fullständiga transpirationshämning som ett vått lavtäcke åstadkommer, så måste anmärkas, att så länge regn, fuktig dimma etc. varar transpirationen i alla händelser är minimal, även utan lavar, samt vidare att hänglavarna torka ytterst hastigt, när det torkar upp. Jag har t. ex. iakttagit att hänglavarna på granarna redan känts alldeles torra på morgonen efter ett dygn med dagsregn in på natten, medan samtidigt t. ex. blåbärsriset i marktäcket ännu varit drypande vått.

Ett exakt motiverat sammanfattande omdöme om den biologiska roll som hänglavarnas inverkan på transpirationen hos de lavbehängda granarna spelar, är jag med hänsyn till allt det anförda ej i stånd att prestera, men det kanske får tillåtas mig att som min personliga uppfattning framhålla, att denna roll torde vara obetydlig.

7. Hänglavarnas inverkan på assimilationen.

De metoder för mätning av assimilationsintensiteten, som finnas, grunda sig på en bestämning antingen av den vid processen förbrukade kolsyran eller ock av de bildade assimilaten. Vid metoderna av den första gruppen måste

man låta objektet assimilera i en gaskammare, vars kolsyrehalt mätes före och efter försöket. Bestämmer man däremot de bildade assimilaten, så behövs ingen gaskammare, utan objekten kunna få assimilera i sitt naturliga läge och i sin naturliga omgivning och sedan hemföras till analys på laboratoriet. Om man gör så och därvid låter assimilationsorganen under försöket sitta kvar på växten, är det emellertid icke organens totala assimilation man mäter, utan mängden bildade assimilat minskad med mängden bortledda. För frågan om hänglavarnas inverkan på granens assimilation vore det naturligtvis mest upplysande att jämföra den totala assimilationen hos barr med och utan lavbeskuggning. Jag gjorde emellertid bestämningarna å barr som assimilerat sittande på sin plats å trädet, detta för att så litet som möjligt rubba de naturliga förhållandena. För bestämningen valdes en metod som grundar sig på analys av de bildade assimilaten. Detta skedde dels av praktiska skäl, dels för att komma ifrån de störningar från lavens sida som man kan vänta vid försök i gaskammare (genom lavens assimilation och sorption; särskilt att frukta: frigöring under försöket från lavarna av sorberad kolsyra).

Den använda metoden för bestämning av assimilaten grundar sig på titrimetrisk bestämning (Bertrand 1906) av den kopparoxidul som kolhydraten reducera ut ur Fehlings lösning, sedan de genom inversion med saliv (Gast 1917) och hydrolys med svavelsyra (Kylin 1918) överförts i reducerande socker. Metoden beskrives hos Stålfelt 1921 (s. 226—227).

De kurvor, varå analyserna utfördes, insamlades å Kulbäckslidens krp. i Degerfors vid olika tillfällen 27 juli—8 aug. 1919, på eftermiddagen eller kvällen. Proven togos från lavgrenar med för de båda lavarterna typiskt utseende och plats å trädet, svartlavsproven sålunda från toppen (fig. 1, se ovan avd. 2, visar en dylik, från vilken barrprov togs), vitlavsproven från grenar i kronans undre del. Städse togos parallellprov, alltså förutom så starkt som möjligt lavbeskuggade barr (lavighet 4 hos kvistarna), även obeskuggade barr från kvistar å samma gren eller trädtopp, med så lika exposition och plats i skottsystemet som möjligt. Även tillsågs, att i parallelproven barren härstammade från olika gamla skottleder i samma proportion. För varje sats barr från en lavbeskuggad fjolårsled samlades sålunda för parallellprovet barrsatsen från en obeskuggad fjolårsled o. s. v. Barren dödades så snart som möjligt efter insamlingen genom att upphettas till 100° under 15 minuter och utbreddes därefter till torkning inomhus, skyddade för sol. Analyserna utfördes sedan i laboratoriet å Skogsförsöksanstalten i oktober—november.

De utförda analyserna gåvo följande värden:

Tabell 5. **Halt av till reducerande socker hydrolyserbara kolhydrater hos lavbeskuggade och obeskuggade kvällsprov av granbarr; mg hexos pr g torrvikt.**
Gehalt an zu reduzierendem Zucker hydrolysierbaren Kohlehydraten in Abendproben von Fichtennadeln, mit und ohne Flechtenbeschattung; mg Hexose pro g Trockengewicht.

Prov n:r Probe Nr	Beskuggade barr Beschattete Nadeln	Obeskuggade barr Unbeschattete Nadeln	Anmärkningar Bemerkungen
1	102,8	85,6	A. sarmentosa
2	101,4	95,6	A. Fremontii
3	134,0	110,0	» »
4	126,0	131,4	A. sarmentosa

Analyserna gåvo således det högst överraskande resultatet, att de beskuggade barren vid slutet av dagens assimilationsarbete visade större halt än de obeskuggade av hydrolyserbara kolhydrater. Gåtan fick sin lösning genom undersökningar som ungefär samtidigt utfördes å Skogsförsöksanstalten av doc. STÅLFELT, varvid han med samma metod som den av mig använda fick större kolhydratshalt hos barr som 10 timmar hållits i mörker än hos parallellproven som samtidigt varit utsatta för ljuset. Förhållandet måste vara det, att hos barren det vid assimilationen bildas någon mellanprodukt — glykosid el. dyl. — som ej kan hydrolyseras till hexos genom behandling med saliv och svavelsyra, men som däremot i förmörkade levande barr avspjälkar socker (jfr STÅLFELT 1921 s. 242). Den använda analysmetoden är alltså oanvändbar för granbarr.

De utförda kolhydratsbestämningarna lämna alltså tyvärr ingen som helst upplysning för bedömning av lavarnas inverkan på assimilationen. Att ett lavtäcke, särskilt ett av den svarta laven, måste verka assimilationshämmande, är emellertid ganska säkert, då den beskuggning de åstadkomma är högst betydande och granens ljus-assimilationskurva synes stiga ända upp till fullt zenitsommarljus (STÅLFELT 1921). Den bästa vägen till en kvantitativ skattning av denna hämning torde, då de vanliga metoderna för direkt bestämning av assimilaten äro oanvändbara, vara att medels ljusmätningar bestämma ljusförlusterna på grund av lavbetäckningen och sedan räkna sig till assimilationshämningen medels en ljusassimilationskurva upprättad på vanligt sätt med en gasanalytisk metod för lavfria kvistar av i övrigt med lavkvistarna jämförbart material. Den första av dessa uppgifter är svår bl. a. på grund av bristen på en lämplig ljusmätningsapparat. För den andra däremot är vägen utstakad, ja genom STÅLFELTS arbeten ha vi redan en viss kunskap om ljusassimilationskurvans utseende för sydsvensk gran, låt vara ännu så länge endast orienterande, bl. a. på grund av vanskligheten med ljusmätningen.

Problemet ligger alltså analogt med frågan om lavarnas inverkan på transpirationen och likadant som de flesta problem som beröra skogsträdens fysiologi, där man vid arbete på specialuppgifter oupphörligt stöter på svårigheter, därför att så många enkla fundamentala frågor ligga obesvarade, på grund framför allt av omöjligheten att på barrträden använda de vanliga så att säga slentrianmässiga fysiologiska undersökningsmetoderna. Jag har förut i ett annat sammanhang haft anledning till liknande reflektioner (ROMELL 1922 s. 139, 162, 221) och det synes alltmera klart, att det är på dessa frågor framför de alltför begränsade specialuppgifterna som arbetet bör sättas in, dels därför att dessa frågor äro av sådan vikt, att de rättfärdiga uppoffringen av det betydande arbete som kräves med utexperimenterande av nya metoder etc., och dels därför att, sedan dessa frågor en gång klarlagts, lösningarna till en mängd specialproblem komma att falla som mogna frukter.

Till slut må emellertid påpekas, att även om vi vore så långt komna, att vi kunde exakt ange styrkan av den assimilationshämning som ett visst definierat lavtäcke bör åstadkomma å ett normalt träd, vi ännu icke kunde helt och hållet bedöma den skada som samma lavtäcke åstadkommer å träd som på grund av ogynnsamma markbetingelser föra en tynande tillvaro — och bl. a. just sådana är det som i naturen angripas av lavar. Varje skogsman vet, hur tacksamt träd å tjänlig mark reagera för friställning, till följd närmast av den ökade ljustillgången, men han vet också, att myrtallar föra ett tynande liv trots de gynnsamma assimilationsbetingelserna i det ohämmade ljusflödet ute på myren: det är här andra faktorer, som äro begränsande, salttillförseln är dålig och kanske även vattentillförseln på grund av syrebristen kring rötterna. Ett plus eller minus i ljustillgång har för ett sådant träd antagligen intet att betyda, så länge ljuset blott är så starkt, att det kan underhålla en assimilation i proportion till salttillförseln etc. Likadant med en gran i sumpskogen; orsaken till dess tynande liv ligger sannolikt ej i ljusförhållanden, utan i markens syrebrist och fattigdom på viktiga närsalter. En nedsättning av ljustillgången — orsakad t. ex. av ett lavtäcke — bör därför vara av relativt mindre betydelse för en sådan gran än samma nedsättning för en gran på fastmark. En bedömning av lavbeskuggningens skadlighet med utgångspunkt från ljusassimilationskurvan hos normal gran skulle alltså endast kunna ge ett maximivärde; för en säkrare bedömning finge man först skaffa sig ekologiska ljusassimilationskurvor för degenererade men lavfria granar å dålig mark.

8. Försök med pålavning och avlavning.

För den händelse att lavarna utöva en direkt skadlig inverkan på träden, så bör denna kunna konstateras genom direkta försök med pålavning av lavfria träd och avlavning av laviga. Då det är tekniskt så gott som outförbart att experimentera med hela träd, får man emellertid nöja sig med att behandla grenar och kvistar. En skada, som endast yttrar sig helt diffust, kan man således ej hoppas att experimentellt kunna påvisa, men däremot alla som yttra sig lokalt, av vilket slag de må vara. Ovan har visats, att en tydlig korrelation i detalj finnes mellan lavighet och dålig skottutveckling. Om detta samband beror på en direkt skada från lavens sida, måste denna skada komma fram vid belavningsförsök med kvistar.

Jag har därför gjort en del dylika försök. De utfördes å Kulbäckslidens krp. i Degerfors, Västerbotten, och bestodo dels i pålavning av lavfria kvistar, dels i försiktig avlavning av laviga. De behandlade

Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 18 och 49. Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 7. Pålavningsförsök 1 med *Alectoria sarmentosa*. Försökskvisten 1919 före försöket och 1922 efter försökets slut; å nedre delen av kvisten är å synliga skott med tvärstreck utmärkt hur mycket som vuxit sedan 1919. Skala $^1/_5$.

Versuchszweig 1 vor Beginn (1919) und nach Ende (1922) des Versuches. Bedeckung mit *Alectoria sarmentosa*. Die Querstriche geben an wie viel nach 1919 durch Zuwachs zugekommen ist. Massstab $^1/_5$. — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

kvistarna märktes med zinketiketter, så att de kunde återfinnas, och ha reviderats varje sommar, varvid å en skematisk teckning över kvistens skottsystem alla tillkomna årsskott inritades och anteckningar om kvistens allmänna utseende, årsskottens längd, lavbehängningens skick etc. gjordes. Försöken påbörjades 1919 med den vita laven och kompletterades följande år med en del nya, utförda med den svarta laven. Sammanlagt utfördes 22 försök, varav 10 med pålavning med den vita laven, 7 med den svarta laven och 5 med avlavning av förut laviga kvistar (vita laven). Lavarna anbragtes på något olika sätt, i det ibland hela kvisten lavbehängdes, medan i andra fall topparna lämnades fria eller

Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 19 och 50. Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 8. Pålavningsförsök 2; *Alectoria sarmentosa* påsatt 1919, *Fremontii* 1920. Bilden visar kvisten före försöket 1919 och efter försökets slut 1922. Skala $^1/_5$. Tvärstrecken utmärka tillväxt efter 1919 (—) resp. efter 1920 (. . . .).

Versuchszweig 2, vor Beginn (1919) und nach Ende (1922) des Versuchs. Im 1919 Bedekkung mit *A. sarmentosa*, im 1920 mit *A. Fremontii*. Massstab $^1/_5$. Die Querstriche zeigen den Zuwachs nach 1919 (—) und nach 1920 (. . . .) an. — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

tvärtom endast topparna pålavades. För det mesta inkilades lavarna mellan barren, så att lavbehängningen erbjöd ett så naturligt utseende som möjligt, men i ett par fall knötos de om som bandager för att de skulle åstadkomma så stark beskuggning som möjligt. I alla de fall, där endast topparna pålavats eller där lavarna anbragts i form av påknutna bandager (summa 4 med vita laven, ett med svarta laven) sutto lavarna ej kvar. I de försök, där lavarna inkilats mellan barren och där ej endast topparna lavbeklätts, sutto de däremot överallt kvar på sina platser, utom i ett fall (vita laven). De lavbeläggningar som utförts på detta sätt med den vita laven voro efter första regnväder förvillande lika de naturliga (jfr fig. 7—8). Beläggningarna med den svarta laven (jfr fig. 8—10) sågo ej fullt så naturliga ut, då denna för att fås att fastna säkert måste lindas runt om kvistarna under samtidig inkilning mellan barren (med den vita laven räcker det att kila fast en lavtott på mitten och låta ändarna hänga rätt ned); de så åstadkomna beläggningarna voro emellertid snarast tätare än de naturliga.

Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 28 och 51. Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 9. Pålavningsförsök 8, strax efter den första lavbehängningen (*A. sarmentosa*) 1919 och efter försökets slut 1922. Den vita laven var borta 1920, och i stället anbragtes svarta lavar. Skala $^1/_5$. Tvärstreckens betydelse, se fig. 8.

Versuchszweig 8, gleich nach der ersten Flechtenbedeckung 1919 (*A. sarmentosa*) und nach Ende des Versuchs (1922). Die weissen Flechten im 1920 verschwunden; der Zweig dann mit *Fremontii* belegt. Massstab $^1/_5$. Bedeutung der Querstriche, s. Fig. 8. — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

Då lavbehängningen i stort sett varit utan märkbar effekt, torde det vara onödigt att uppta platsen med detaljerade protokoll över alla de olika försöken. Fig. 7—10 ge en uppfattning om försökens anordning och försökskvistarnas utseende efter försökens slut. Endast de fotografier, som visa kvistarnas utseende vid försökets början, äro tagna på platsen, de andra å Skogsförsöksanstalten; kvistarna hade då efter av brytningen hunnit torka och barra av, och delvis blivit deformerade i packningen (gäller särskilt kvisten fig. 10). Kvisten fig. 9 är bland dem, som befriade sig från beläggningen med vit lav till sommaren 1920, Denna var som synes av bilden t. v. (denna kvist är alltså fotograferad strax efter pålavningen) helt lös och svag och endast anbragt å topparna å ena kvisthalvan. Sommaren 1920 pålavades samma kvist med svarta lavar, vilka som synes suttit väl kvar till 1922.

Endast i ett fall gjorde försökskvisten intryck av att ha blivit försvagad sedan pålavningen, med färre och kortare årsskott än jämförelsekvistarna. Angående detta försök antecknades i fält vid de två sista revisionerna: »Lavtäckningen oerhört kraftig, starkast å kvistens vänsterhalva, där trots detta de flesta och de enda kraftiga skotten sitta; förklaring (?): denna halva sitter rätt, medan den andra hänger rätt ned. Hela kvisten gör dock i år ett starkt intryck av att vara försvagad vid jämförelse med andra lika placerade på samma träd. Skada från etiketten föreligger ej. Det är att märka att kvisten har ett svagt läge (tillhör en undervåning)» (1921). »Likadant 1922, det enda kraftiga

skottet är nu 25 mm., sitter på en *Chermes*-skadad (krökt) skottspets som sticker ut ur lavbandagen som äro mycket kraftiga å båda halvorna» (1922). Kvisten ifråga är avbildad å fig. 7 före försökets början och efter dess slut. Den närmar sig hängtypen, och hade som sagt ett svagt läge på trädet; den hade sannolikt i alla händelser förr eller senare degenererat.

Skogsförsöksanstalt. saml. N. G. Vb. 52. Fot. L.-G. R. 1922.

Fig. 10. Pålavningsförsök från Kulbäcksliden efter försökets slut 1922. Lavarna påsatta 1920. Skala $^1/_5$.

Versuchszweig 17 aus Kulbäcksliden, nach Ende des Versuchs 1922. Mit Flechten (*Fremontii*) im 1920 belegt. Massstab $^1/_5$.

För övrigt kunde i intet fall någonting märkas, som kunde tolkas som en skadlig inverkan från lavarnas sida, annat än att i en del fall de utväxande årsskotten voro knäformigt krökta. Detta tolkade jag först som en mekanisk inverkan av lavarna, men vid närmare undersökning visade sig alla dessa krökningar vara förorsakade av lindriga *Chermes*-angrepp,[1] så när som på ett eller två fall, där detta ej säkert kan påstås. *Chermes*-angrepp av alla grader förekommo rikligt de sista åren på den plats, där försöken utfördes.

Normalt kraftiga utväxande årsskott ha antingen kammat av lavarna (jfr de misslyckade försöken med lavbehängning av enbart topparna!) eller vuxit rätt igenom även tjocka och kraftiga lavbeläggningar, både av den vita och den svarta laven (jfr fig. 8—10), och någon minskning av skottsättningens mängd eller styrka hos de belavade kvistarna i förhållande till jämförelsekvistarna har jag som sagt ej kunnat se, annat än i det fall, för vilket nyss redogjorts.

Ej heller har minsta effekt kunnat märkas efter avlavning av typiskt lavangripna kvistar. De ha efter avlavningen helt och hållet bibehållit sin degenererade karaktär och antingen ej skjutit alls eller endast helt korta och svaga årsskott, ej kraftigare än de fortfarande laviga jämförelsekvistarnas.

Med hänsyn till resultatet av försök 1 kunna försöken ej påstås alldeles jäva den uppfattningen, att lavbetäckningen kan påskynda en degeneration av redan svaga kvistar, men däremot motsäga försöken bestämt en tolkning av det tydliga sambandet mellan lavangrepp och dålig skottutveckling (jfr ovan, avd. 5) såsom primärt orsakat av en skada från

[1] För välvillig granskning av några tveksamma fall har jag att tacka prof. TRÄGÅRDH.

lavens sida. Försöken tala i stället för att den tolkningen är riktig, för vilken vi redan tidigare funno skäl föreligga, nämligen att lavigheten helt enkelt är ett symptom på ålder och skröplighet hos de angripna skotten.

9. Samband mellan markens sumpighet och granarnas lavighet.

Då de flesta av de undersökningar, för vilka redogjorts i det föregående, tyvärr genomgående gåvo ganska obestämda resultat, leddes jag att gå tillbaka till utgångspunkten för hela uppfattningen om hänglavarnas skadlighet och därmed för min undersökning, nämligen parallellismen mellan lavighet och trädens dåliga tillstånd, och söka något närmare granska detta samband.

Om man lägger märke till, vilka träd det är, som se verkligt lavsjuka ut, så skall man finna, att det är dels 1) överåriga träd, dels 2) träd på sumpig mark, dels slutligen 3) träd på annan dålig mark, t. ex. mark, som blivit »förvildad» på grund av beståndens söndertrasning genom dimensionshuggning etc.; helt generellt alltså träd, för vilka man även utan lavar kan vänta en svag växt. Sambandets art tyder avgjort på, att lavangreppet ej är den primära orsaken till dessa träds dåliga tillstånd. Enligt mina iakttagelser uppträda ej heller lavarna som en smittande pest, som tämligen planlöst griper omkring sig i bestånden, utan de ha en utpräglat individualiserad förekomst. Växtliga granar bruka sålunda vara lavfria, även om de stå vid sidan av överåriga, starkt angripna träd. I en och samma trädgrupp kan ett träd vara starkt överlavat och de andra lavfria (jfr fig. 2 ovan, avd. 2). Och i bestånd, där marken består av fastmarksknäppar och mer eller mindre sumpig mark i omväxling, synes lavighetens styrka i detalj följa markens variationer: på fastmarksknäpparna äro träden lavfria eller tämligen lavfria, och allt lavigare ju sumpigare marken är (jfr fig. 11). Det intryck jag fått av lavarnas sätt att uppträda synas alltså tämligen olika SERNANDERS: »Från en enda gammal lavhöljd gran-mumie kan ett helt granbestånd bli inficierat och mest på den sida som ligger mot vindriktningen» (1922 s. 243).

För att söka få en objektiv hållpunkt på riktigheten eller oriktigheten av mitt intryck om ett genomgående samband mellan markens variationer och trädbeståndets lavighet lade jag ut två linjer av vardera 120 m längd på en lokal å krp. Kulbäcksliden i Degerfors, där fastmark och mer eller mindre sumpig mark omväxla, och längs dessa linjer noterades å ett 4 m brett bälte alla träd tillika med deras uppskattade lavighet efter en femgradig skala, deras höjd och fördelning på olika kronskikt (SCHOTTE 1912), samt markbetäckningen. Linjernas läge framgår av

Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 44. Fot. L.-G. Romell 1919

Fig. 11. Laviga granar i en skogskant mot myr. I bakgrunden knappast lavig fastmarksskog.

Flechtenbefallene Fichten in einem an Sumpfboden anstossenden Waldsaum. Im Hintergrund kaum befallener Fichtenwald auf trocknem Moränenboden. — Krp. Kulbäcksliden; Degerfors, Vb.

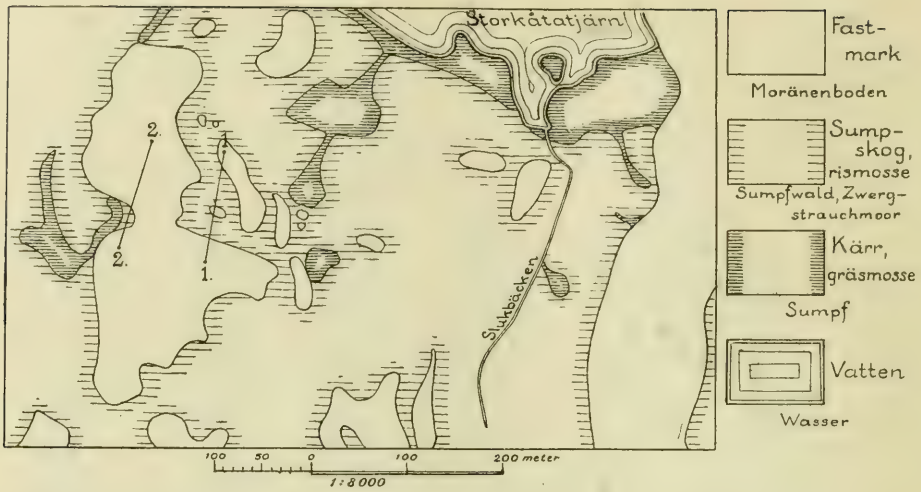


Fig. 12. Kopia av södra hörnet av MALMSTRÖMS (1923) karta över Degerö Stormyr, partiet Storkåtatjärn—Getingmyren; 1—1 och 2—2 taxerade linjer, jfr texten.

Kopie der südlichen Ecke der Karte MALMSTRÖMS (1923) über Degerö Stormyr; 1—1 und 2—2 taxierte Linien.

kartan fig. 12, som är en förenklad kopia av det södra hörnet av MALMSTRÖMS (1923) stora karta över Degerö Stormyr. Linje 1 går som synes mest över mer eller mindre sumpig mark, linje 2 mest över frisk mark. Sammanlagt noterades längs första linjen 50, längs den andra 56 granar, därvid ett större antal ej meterhöga smågranar ej medräknats.

Vid en sammanställning av resultaten av denna taxering visar det sig först och främst, att alla mycket låga träd genomgående äro lavfria eller nästan lavfria (lavighet högst = 1), vare sig de växa på sumpig

Tab. 6. **Fördelning av granarna i kronskikten 1—4 från två taxerade bälten 4 × 120 m på olika mark- och lavighetsklasser.**

Verteilung der den Kronenschichten 1—4 angehörigen Fichten zweier taxierten Streifen 4 × 120 m nach Klassen der Bodenbeschaffenheit und der Stärke der Flechtenbedeckung.

Lavighet Stärke der Flechtenbedeckung	*Linje 1.* Mark (Boden)			*Linje 2.* Mark (Boden)			*Linje 1+2.* Mark (Boden)		
	Frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig	frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig	frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig
0	0	0	1	2	0	0	2	0	1
1	8	1	2	4	0	0	12	1	2
2	6	3	2	3	1	3	9	4	5
3	5	1	4	0	4	3	5	5	7
4	0	0	0	0	0	3	0	0	3

eller frisk mark och hur än deras tillväxt är, ett förhållande, som jag förut påpekat (avd. 2). För att ej detta förhållande skulle förrycka jämförelsen, har jag därur uteslutit allt som vid taxeringen hänfördes till underväxt (enligt SCHOTTES schema 1912 s. 254, 256, med den avvikelsen från ordalydelsen å det citerade stället, att jag endast tagit hänsyn till höjden, ej till åldern), De återstående träden, som alltså tillhöra kronskikten 1—4, fördela sig på olika slags mark och lavighetsgrader som tab. 6 visar.

Till frisk mark ha hänförts sträckor, där markvegetationen utgöres av de vanliga skogsmossorna och -risen med deras vanliga följesvenner, till övergångszonen sträckor, där mycket björnmossa samt växter som kråkris, hjortron, klotstarr etc. ingå i marktäcket, till sumpig mark slutligen sträckor, där marktäcket mest utgöres av vitmossor och deras följeslagare. Medelhöjderna av de till de olika kronskikten hänförda träden äro i meter:

kronskikt	1	2	3	4
för den friska marken	18,1	14,6	10,9	5,7
» övergångszonen	17,2	13	—	5
» den sumpiga marken	13,2	12,3	9,0	4,7

Tab. 6 visar, att en tydlig korrelation finnes mellan markens karaktär och granarnas lavighet å den undersökta lokalen. Likväl ingår i materialet från den friska marken ett rätt stort antal toppbrutna o. dyl. träd, som äro starkt laviga och som genom sin närvaro minska korrelationen med marken. Trots detta kommer denna tydligt fram.

Det rimligaste sättet att tolka detta samband med marken synes mig vara, att träden primärt växa dåligt på den sumpiga marken och att de därför därstädes äro lavigare än å den friska. Visserligen är det tänkbart, att i kronorna ovanför den sumpiga marken miljön skulle vara gynnsammare för lavarna än ovanför den friska på grund av genomsnittliga skillnader i luftfuktighet (jfr fuktighetsmätningarna ovan avd. 2 tab. 1, som utförts på en liknande lokal med omväxlande frisk och sumpig mark). Det funna sambandet kan därför ej sägas vara bevisande för min uppfattning, att trädens dåliga tillväxt är det primära, deras lavighet det sekundära, det är blott ett indicium till de andra i denna riktning.

10. Sammanfattning, slutsatser för praktiken.

Den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt samt i allmänhet ett dåligt tillstånd hos träden, som det omedelbara intrycket från laviga granskogar i Norrland synes ge vid handen, har objektivt kunnat konstateras gälla i detalj, d. v. s. för enskilda skottleder. Det är framför-

allt skottspetsar med döda spettsknoppar, som äro laviga (5). Likaledes har ett samband mellan trädens lavighet och markens sumpighet i granskog å omväxlande frisk och sumpig mark objektivt konstaterats (9). För mycket låga träd (under ett par m höjd) gäller dock intetdera av dessa samband; dylika träd bruka städse vara lavfria eller obetydligt laviga, hur gamla och trögväxande de än äro. Förklaringen till denna omständighet torde få sökas i spridningsförhållanden (2, 9).

Försök ha utförts med pålavning och avlavning av kvistar av växande granar; resultaten tyda därpå att den konstaterade parallellismen för enskilda kvistar och skottleder mellan lavighet och dålig skottutveckling ej kan förklaras av en primär skada från lavens sida (8).

Vid transpirationsförsök i stilla luft har ej kunnat konstateras någon transpirationsnedsättning genom torra lavar, men väl genom våta. Försöken äro ekologiskt föga bevisande, och den ekologiska tolkningen av en transpirationsnedsättning komplicerad, även om en dylik påvisats (6).

Försök anställda för att utröna lavarnas inverkan på assimilationen misslyckades på grund av att den valda metoden ej lämpar sig för barrträd. Att en beskuggning genom lavar bör kunna nedsätta assimilationen torde man dock kunna ta för givet. Vilken ekologisk roll en dylik hämning spelar för de degenererade träd det är fråga om, som sannolikt framför allt lida av andra orsaker än assimilatbrist — t. ex. salthunger — är mycket svårt att yttra sig om (7).

De föreliggande fakta äro ej tillräckliga att medgiva ett bestämt påstående i frågan om lavarnas skadlighet. Efter prövning av de indicier, som kunna utläsas ur fakta, har jag emellertid fått den uppfattningen, att lavpåhänget huvudsakligen är ett symptom på dålig tillväxt. Om laven dessutom, som SERNANDER säger, i vissa trakter är »granarnas sannskyldiga mordängel», så torde denna mordängel enligt mitt förmenande i så fall inskränka sig till att ge nådestöten åt redan av andra orsaker dödsdömda träd.

* * *

Vad lavfrågans praktiska sida beträffar, torde denna vara ganska enkel, trots det problemets vetenskapliga analys erbjuder så många svårigheter. Å ena sidan äro några direkta åtgärder för avlavning av laviga träd praktiskt knappast tänkbara. Vad man skulle kunna göra, ifall lavarna vore en farlig pest, som till varje pris måste direkt bekämpas, torde inskränka sig till att oskadliggöra smittobärarna, d. v. s. se till, att de svårt laviga träden komma bort. De särskilt laviga träden

äro emellertid de överåriga och eljes oväxtliga träden, som böra tagas bort och om möjligt ersättas med växtliga redan från synpunkten av en rationell skogsskötsel i allmänhet. Då dessutom direkta åtgärder mot lavarna torde vara onödiga, enär lavangreppet av allt att döma icke har karaktären av en sjukdom i vanlig mening, i alla händelser ej uppträder som en allmänfarlig epidemi utan endast slår sig på degenererade träd, föreligger ännu mindre anledning till några direkta åtgärder. Å andra sidan kan man med stöd av lavarnas förekomstsätt nära ett välgrundat hopp, att så snart man genom den ena eller andra åtgärden får fram ett växtligt bestånd, detta ej skall vara mottagligt för lavangrepp. De åtgärder, som skulle kunna komma ifråga för bekämpande av hänglavarna äro således alla som bidra att av de ovårdade eller vanvårdade bestånden göra välskötta, växtliga skogar: avverkning av överåriga bestånd, utdikning av sumpskogarna o. s. v.

LITTERATUR.

Medd. = Meddelanden från Statens Skogsförsöksantalt. Skf = Skogsvårdsföreningens tidskrift; Skf 15 bil. 1. = Skogar och skogsbruk, studier tillägnade Fr. Kempe, bil. 1917 till Skf; Z = Zeitschrift.

Andersson, G. & Hesselman, H, 1907, Vegetation och flora i Hamra kronopark. — Medd. 4, p. 35.

Beronius, G., 1917, Om skogsbestånden i Norrland och deras stämpling. — Skf. 15 bil. 1, p 73.

Bertrand, G., 1906, Le dosage des sucres réducteurs. — Bull. d. l. soc. chim. Paris 35 III p. 1285.

Gast, W., 1917, Quantitative Untersuchungen über den Kohlenhydratstoffweschsel im Laubblatt. — Z. physiol. Chemie 99 p. 1.

Holmerz, C. G. & Örtenblad, Th., 1886, Om Norrbottens skogar. — Bihang till Domänstyrelsens berättelse ang. skogsväsendet år 1885.

Holmgren, A., 1917, Föryngringsavverkning i Norrlandsskogarna. — Skf. 15 bil. 1, p. 143.

Kylin, H., 1918, Zur Kenntnis der wasserlöslichen Kohlenhydrate der Laubblätter. — Z physiol. Chemie 101 p. 77.

Linnæus, C., 1737, Flora lapponica. — Amstelædami.

Lundegårdh, H., 1921, Ecological studies in the assimilation of certain forest-plants and shore-plants. — Svensk bot. tidskr. 15, p. 46.

Malmström, C., 1923, Degerö Stormyr; en botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk studie över ett nordsvenskt myrkomplex. — Skall utkomma i Medd. 20 (wird erscheinen).

Melin, E., 1917, De norrländska myrmarkerna som skogsmark. — Skf. 15 bil. 1 p. 51.

Montfort, C., 1922, Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser; ein Beitrag zur vergleichenden Ökologie der Moor- und Salzpflanzen. — Z. f. Bot. 14 p. 97.

Romell, L.-G., 1922, Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. — Medd. 19 p. 125.

Schotte, G., 1912, Om gallringsförsök. — Medd. 9 p. 211.

Sernander, R., 1901, Om de buskartade lavanas hapterer. — Bot. Notiser pp. 21, 107.

——, 1917, De norrländska skogarnas förhistoria. — Skf. 15 bil. 1, p. 1.

——, 1922, Arasjöfjällen; en isolerad fjällgrupp i södra Lappland. — Skf. 20 p. 237.

Stålfelt, M. G., 1921, Till kännedomen om förhållandet mellan solbladens och skuggbladens assimilation. — Medd. 18, p. 221.

BARTFLECHTEN UND ZUWACHS BEI DER NORRLÄNDISCHEN FICHTE.

1. Einleitung.

Eine manchmal recht starke Bartflechtenbewachsung der Bäume ist für zwei Waldtypen von ausgedehntem Vorkommen in Norrland charakteristisch, für die Kiefernheide und für den Fichtensumpfwald, tritt aber auch in Fichtenbeständen auf nicht sumpfigem Boden auf. Für die Fichte hat man mehrfach eine bedeutende Schädigung auf Grund der Flechtenbefallung zu finden geglaubt (Holmerz & Örtenblad 1886, Sernander 1922 u. A.), eine Auffassung, die sich aber bis jetzt nur auf den unmittelbaren Eindruck gründete, die man aus dem Habitus der flechtenbefallenen Bäume und Bestände erhielt. Die vorliegende Arbeit wurde unternommen, um wenn möglich exaktere und vor allem objektive Anhaltspunkte zur Beurteilung der Frage zu gewinnen. Die gestellte Aufgabe hat die Arbeit zwar nur in sehr beschränktem Masse lösen können; dass die gewonnenen Erfahrungen trotzdem jetzt publiziert werden, und damit bis auf weiteres die Flechtenfrage von dem Arbeitsprogramm der Versuchsanstalt ausscheidet, liegt daran, dass so grosse Schwierigkeiten einer tieferen und exakteren Analyse des Problems entgegenstehen, dass die Zeit und Mühe sie zu überwinden kaum von der Wichtigkeit der Frage aufgewogen werden.

Die Untersuchungen betreffen ausschliesslich die Fichte und wurden im Kirchspiel Degerfors in der Provinz Västerbotten vorgenommen.

2. Die wichtigsten Bartflechten in Norrland und ihr Vorkommen.

Es sind hauptsächlich zwei Bartflechten, die die norrländische Fichte in grösserem Umfang befallen, die grauweisse *Alectoria sarmentosa* Ach. und die fast schwarze *A. Fremontii* Tuckerm., von denen die erstere gewöhnlich quantitativ und physiognomisch die dominierende ist, die letztere aber als die gefährlichste angesehen wird. In den Kiefernheiden dominiert die schwarze Form. Die beiden Arten kommen in den flechtenbefallenen Fichtenwäldern gewöhnlich zusammen vor, aber räumlich getrennt, indem die weisse Art die unteren Teile der Baumkrone wie ein Schleier bedeckt, während die schwarze den Gipfel umhüllt. Die Arten sind also nicht auf je ihre spezielle Baumart spezialisiert.

Über die Faktoren, die die beschriebene Verteilung der beiden Arten bedingen, kann man sich nur ganz hypothetisch äussern. 1) Man ist zunächst versucht, an Lichtverhältnisse zu denken. Ich habe aber die Schwarzflechte bis zu einer relativen Lichtintensität von 3—5% hinab gefunden (Messungen mit Wynne's Expositionsmesser 24. VIII. 1919 zur Mittagszeit), während Malmström mit demselben Instrument im Fichtensumpfwald, wo die Weissflechte in den unteren Kronenschichten alleinherrschend ist, so hohe Werte wie 7—10 % Licht fand (29. IX. 1919 zur Mittagszeit), und zwar wurden

seine Messungen (zu einem anderen Zweck ausgeführt) an den dunkelsten Standorten der *Sphagnum-Girgensohnii*-Polster, die sich vorfanden, ausgeführt. Wenn die Lichtverhältnisse für die Verteilung der beiden Arten bestimmend wären, müsste aber die schwarze Form die höheren Ansprüche auf Lichtgenuss haben. 2) Man wird an die Luftfeuchtigkeit denken, denn es scheint sehr wahrscheinlich, dass in den trocknen Kiefernheiden die Luft durchschnittlich trockner ist als in den Fichtensumpfwäldern, und nicht ausgeschlossen, dass in diesen die Feuchtigkeit gegen die Höhe zu abnimmt. Ziffern für die Differenzen in vertikaler Richtung kann ich nicht bringen, einige Messungsserien, die ich ausgeführt habe, deuten aber dahin, dass in horizontaler Richtung zwischen angrenzenden Lokalitäten mit verschiedenem Boden und Waldbestand durchschnittliche Differenzen vorkommen können, die in der Richtung gehen, dass die Luftfeuchtigkeit in dem Fichtensumpfwald höher als in den angrenzenden Beständen ist (Tab. 1, S. 410; Messungen mit Fuess' Aspirationspsychrometer nach Assmann, Tascheninstrument, derselben Linie entlang wie die Probenpunkte in der Karte Romell 1922, S. 238). 3) Nach meinen Beobachtungen müssen Verbreitungs- und Befestigungsverhältnisse eine Rolle spielen; ich habe anlässlich meiner Versuche mit künstlicher Flechtenbedeckung von Fichtenzweigen (s. unten, Abt. 8) bemerkt, dass an den unteren Zweigen, die gewöhnlich mehr oder weniger geneigt oder hängend sind, und weniger gespreizte, meistens auch ein wenig dichter gestellte Nadeln besitzen als die Zweige am Gipfel, die Weissflechte mit ihren weichen, geschmeidigen Fäden leichter haften bleibt als die Schwarzflechte, die derber und weniger biegsam ist. Wahrscheinlich haftet die Schwarzflechte besser an den sparrigen Zweigen am Gipfel mit ihren gespreizten Nadeln, wie an den Zweigen der Kiefer, die diesen jedenfalls ähnlicher gebaut sind als den unteren Fichtenzweigen. Die wirkliche Verteilung der beiden Flechten würde sich schon hieraus erklären können, wenn nur die Schwarzflechte überhaupt die konkurrenzfähigere ist und somit die weisse überholt, wo sie nur festen Halt bekommen kann. Die Verbreitung der Flechten geschieht nämlich, wie von Ax. Lundström und Sernander bemerkt, allem Anschein nach hauptsächlich durch ganze Büschel, die vom Wind losgerissen und weggeführt an neuen Bäumen hängen bleiben.

Alle Beobachter sind darin einig, dass die Bartflechten hauptsächlich an schwachwüchsigen, degenerierenden, sterbenden und halbtoten Bäumen vorkommen. Die Schwarzflechte befällt besonders Fichten mit beginnender Gipfeldürre; solche Gipfel sind häufig wie zerfetzt, d. h. die noch lebenden Zweige sind zu Besen oder Etagen gesammelt (vgl. Fig. 1, S. 408), was Sernander als eine Folge von »vertikalen Variationen in der Stärke des Flechtenangriffs» (1922, S. 243) betrachtet. Andrerseits pflegen die Flechten, wie in der Literatur schon bemerkt, an noch lebenden Bäumen üppiger als an ganz toten zu vegetieren. Zum letztgenannten Verhalten könnte man die Ursache in der wahrscheinlich grösseren Luftfeuchtigkeit innerhalb der Krone der noch lebenden Bäume suchen; aber auch hier können Befestigungsverhältnisse mitspielen. Wie später bemerkt werden soll (Abt. 3), ist nach meinen Beobachtungen die Hauptmasse der Flechten nicht mittels Hapteren an den Zweigen befestigt, sondern die Flechten sitzen nur wie aufgehängt, dadurch befestigt, dass ihre Fäden zwischen den Nadeln eingeflochten sind. Wo die Nadeln fehlen, werden sie deshalb leichter vom Wind abgerissen werden.

Gutwüchsige Bäume pflegen frei oder fast frei von Flechten zu sein, auch wenn sie schwer flechtenbefallenen Bäumen nahe stehen (vgl. Fig. 2, S. 412). Ebenfalls findet man selten Flechten an ganz niedrigen Bäumen, von weniger als 3 bis 4 m Höhe, wie schlecht ihr Zustand auch sein mag (z. B. 100-jährige Fichten von 1—2 m Höhe sind gewöhnlich ganz flechtenfrei). Unter dieser Höhe gilt also nicht der Parallelismus, den man sonst zwischen Flechtenbefallung und schlechtem Zuwachs und schlechtem Zustand beobachtet, und der uns unten weiter beschäftigen soll. Die Ursache, warum niedrige Bäume frei von Flechten sind, liegt wahrscheinlich in Verbreitungsverhältnissen. Nach Angabe von Herrn Jägmästare K. G r a m scheint die Verbreitung der Flechten besonders im Spätwinter vor sich zu gehen; man sieht dann grosse Mengen von losgerissenen Flechten auf dem Schnee liegen und vom Wind herumgeführt. Zu dieser Jahreszeit sind aber die niedrigen Bäume noch durch die Schneedecke geschützt.

3. Zur Morphologie der flechtenbefallenen Fichtenzweige.

Die Schwarzflechte befällt wie gesagt mit Vorliebe die sparrigen Äste der Gipfel. Die stärksten (oder wenigstens, die am gefährlichsten aussehenden) Angriffe der Weissflechte findet man dagegen eben an h ä n g e n d e n Zweigen, wie in Fig. 3 (S. 413). An solchen Zweigen ist es nicht ungewöhnlich, auch die Jahrestriebe von Flechten umsponnen zu finden, was an mehr wagrechten Zweigen sehr selten ist. Wahrscheinlich können bei diesen die wagrecht herauswachsenden Triebe den herabhängenden Flechtenbüscheln eher entschlüpfen als bei jenen, wo sie direkt in das Flechtengewirr hineinwachsen. Bei von der Weissflechte angegriffenen Ästen sieht man nicht selten eine Ausbildung des Sprosssystems in zwei Etagen, einer oberen mehr wagrechten und weniger flechtenbefallenen, einer unteren, hängenden und stärker befallenen. Man hat den Eindruck, dass ein flechtenbefallener Art sich durch Ausbildung eines neuen oberen Sprosssystems gerettet hat, während der ältere untere Teil stirbt. Solche Etagenbildung kommt indes auch an nicht flechtenbefallenen Ästen vor, und wenn ein solcher Ast von Flechten angegriffen wird, muss der Angriff schon aus den genannten Gründen bei der hängenden Etage schlimmer aussehen.

Bei vorsichtigem Freipräparieren der Flechten von flechtenbefallenen Zweigen (diese Geduldarbeit wurde von meiner Frau, Dr. M.-M. R o m e l l - R i s s, ausgeführt) wurde stets nur ein geringer Teil der Flechtenmasse mittels Hapteren an den Zweigen befestigt gefunden. Der ganz überwiegende Teil war also an den Zweigen nur so befestigt, dass die Flechtenfäden lose zwischen den Nadeln eingeflochten waren. An Internodien, jünger als 4—5 Jahre, wurden überhaupt nie mit Hapteren befestigte Flechten gefunden; dennoch sind (wie schon erwähnt, besonders bei hängenden Zweigen) sogar die Jahrestriebe von Flechten befallen. Die Präparationsversuche betrafen nur von der Weissflechte befallene Zweige. Bei der Schwarzflechte sollen sich nach Angaben in der Literatur (S e r n a n d e r 1901, 1922) aus den Spitzen der Flechtenfäden leicht Hapteren ausbilden, mittels denen sich also durch den Wind aufgewehte Flechten aktiv befestigen könnten. An meinen Versuchszweigen (Abt. 8), wo ich künstlich Schwarzflechten aufgehängt hatte, habe ich aber nach zwei Jahren vergebens nach etwa ausgebildeten Hapteren gesucht.

4. Denkbare Modi einer schädlichen Einwirkung der Flechten, Möglichkeiten einer experimentellen Prüfung.

Wie es sich auch mit den Hapteren der Schwarzflechte verhalten mag, darf man wohl davon ausgehen, dass ein wahrer Parasitismus ausgeschlossen ist. Die Hapteren sind ja, soviel man weiss, reine Haftorgane und keine Haustorien. Eine direkte schädliche Einwirkung ist aber in vielerlei Weise ohne Parasitismus denkbar: 1) durch Herabsetzung der Assimilation; 2) durch Herabsetzung der Transpiration; 3) durch Hemmung der normalen Sprossentwicklung, mechanisch oder chemisch; 4) durch mechanische Beschädigung der Nadeln, Losreissen etc., wie von Holmerz & Örtenblad (1886) vorgeschlagen.

Ein eventueller Schaden kann entweder einen diffusen oder lokalen Charakter haben, d. h. entweder sich als deutliche Veränderungen der befallenen Zweige kundgeben, oder nur einen allgemeinen Schwächezustand bewirken, ohne lokale Symptome. Um der Frage experimentell näher zu treten, fand ich es angezeigt, zuerst zu untersuchen, ob der Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und schlechtem Zuwachs, den man für ganze Bäume beobachtet, sich auch im Einzelnen, für einzelne Zweige oder Internodien, zeigt. Wenn dies der Fall ist, so weiss man zwar noch nicht, was das Primäre ist, aber man kann behaupten, dass, wenn der Parallelismus auf einer Schädigung seitens der Flechten beruht, dieser sich durch direkte Flechtenbedeckungsversuche mit Zweigen muss feststellen lassen. Für ein Urteil über den diffusen Schaden durch Assimilations- und Transpirationshemmung wären Transpirations- und Assimilationsmessungen an Fichtenzweigen mit und ohne Flechtenbedeckung wertvoll. Ein diffuser Schaden durch eine chemische Einwirkung, z. B. infolge ausgeschiedener oder vom Regenwasser ausgelaugter Flechtensäuren, wäre sehr schwierig zu studieren, man müsste dann zu Bedeckungs- oder Bespritzungsversuchen mit ganzen Bäumen greifen. Davon habe ich abgesehen, sonst aber die verschiedenen Möglichkeiten zu prüfen versucht.

5. Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung.

Von flechtenbefallenen Fichten wurden im Juli—Aug. 1919 bei einigen verschiedenen Gelegenheiten und an verschiedenen Lokalitäten ohne Wahl Zweige gesammelt. Von dem Material wurden nur Zweige verwandt, an denen einige Knospen das betreffende Jahr gesprossen hatten, andere nicht. Diese Zweige, insgesamt 21, hatten 337 Sprossspitzen, von welchen einerseits die Stärke der Flechtenbedeckung des äussersten (bezw. nächstäussersten, wo der Jahrestrieb sich entwickelt hatte) Internodiums, nach einer 5-gradigen Skala geschätzt, andererseits die Entwicklung der Apikalknospe beobachtet und notiert wurden. Das Material verteilte sich nach Graden der Flechtenbedeckung und nach der Alternative gesprossen—nicht gesprossen, wie die Tab. 2 (S. 416) zeigt. Es war also eine deutliche Korrelation zu sehen. In dem Material waren trotz der schon anfangs gemachten Ausmerzung der

besten und schlechtesten Zweige grosse Unterschiede in bezug auf Vitalität vertreten. Um zu sehen, ob die Korrelation bei einem homogeneren Material verschwände, wurden die Zweige auf 3 Klassen verteilt, nach dem % der Knospen, die gesprossen hatten. Es kamen 7 Zweige in jede Klasse, mit bezw. 114, 121 und 102 Knospen. Das Ergebnis der so gemachten Statistik geht aus der Tab. 3 (S. 417) hervor. Die Korrelation ist noch da.

Es besteht also in unserem Material ein bis ins Einzelne gehender Zusammenhang zwischen dem Grad der Flechtenbedeckung und der Entwicklung der Apikalknospe. Dieser Zusammenhang sagt natürlich nichts darüber aus, was das Primäre ist, die Flechtenbedeckung oder die mangelnde Triebentwicklung. Eine Möglichkeit, den Zusammenhang etwas näher zu analysieren, ist dadurch gegeben, dass bei dem Ausführen der Statistik die nicht gesprossenen Knospen dahin untersucht wurden, ob sie noch lebend waren oder nicht. Mit Einbeziehung dieser Beobachtungen bekommt die Statistik das Aussehen Tab. 4 (S. 418). Man sieht, dass der Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Kolonne der Tabelle unbestimmt ist, jedenfalls viel geringer als der Unterschied zwischen der zweiten und dritten. Dementsprechend besteht für die Alternative lebende—tote Knospen eine starke Korrelation mit der Stärke der Flechtenbedeckung, auch wenn unter den lebenden Knospen recht viele nicht gesprossen sind (Tab. 4). Die zuerst gefundene Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung beruht also, in der Hauptsache jedenfalls, darauf, dass aus irgendeinem Grund die Sprossspitzen mit toter Apikalknospe oft besonders stark flechtenbefallen sind.

Dieses Resultat scheint mir sehr dafür zu sprechen, dass die gefundenen Korrelationen nicht auf einer primären Schädigung seitens der Flechten beruhen, die sich in einer allmählichen Herabsetzung der Vitalität der befallenen Bäume und Zweige äussert — und diesen Charakter muss man auf Grund aller in der Natur beobachteten Tatsachen einer solchen Schädigung zusprechen. Wenn eine solche Schädigung seitens der Flechten die Ursache der beobachteten Korrelation wäre, so hätte man, finde ich, eine starke Korrelation eben für die Alternative gesprossen—nicht gesprossen unter den noch lebenden Knospen finden müssen. Eine solche fand sich aber nicht.

Wenn jedoch die beobachtete Korrelation auf einer direkter Schädigung seitens der Flechten beruht, so hat diese offenbar einen genügend lokal wirkenden Charakter, um durch Flechtenbedeckungsversuche mit einzelnen Zweigen und Internodien entdeckt werden zu können.

6. Einfluss der Bartflechten auf die Transpiration.

Da es nötig ist, u. a. mit flechtenbehangenen Zweigen zu experimentieren, kann man nicht gut die direkten Methoden der Transpirationsmessung verwenden, denn man weiss nicht, wie viel von dem abgegebenen Wasser von den Flechtenmassen stammt, oder wie viel eventuell die — hygroskopischen und eine grosse Fläche besitzenden — Flechten von dem Wasser, das die Nadeln in Wirklichkeit abgegeben haben, aufgenommen und zurückgehalten haben. Ich griff daher zu der Potometermethode, die zwar nicht exakt die Transpiration angeben kann (denn Aufnahme und Abgabe entsprechen einander nur im grossen ganzen aber nicht in jedem Augenblick, vgl. z.B. Montfort 1922), jedoch

eine Funktion misst, die im intimsten Zusammenhang steht mit dem Wasserhaushalt des Baumzweiges für sich, ohne die Flechten. Die Versuche wurden an einem hellen Fenster in einem Zimmer im Dorf Näsland, Kirchspiel Degerfors, Västerbotten, ausgeführt. Sie betreffen alle *Alectoria sarmentosa* und wurden mit Fichtenzweigen ausgeführt, die entweder, von Anfang an flechtenfrei, während des Versuchs mit Flechten bedeckt, oder, von Anfang an flechtenbedeckt, im Gang des Versuchs von den Flechten befreit wurden.

Versuch 1, 30. VII. 1919. 45 cm langer, stark flechtenbedeckter Zweig (Flechtenbedeckung Grad 4) vom Hängetypus von einer flechtenbefallenen Fichte, Kåtaåsen, Staatsforst Kulbäcksliden. Alle transpirierende Teile vollständig von Flechten umsponnen. Der Ast, von dem der Zweig genommen wurde, wurde am 29. VII nach Hause genommen und blieb über Nacht in Wasser stehen. Die Flechten trocken. — Nach 1 Stunde am Potometer wurden die Flechten wegpräpariert, wobei 3 lebende Nadeln losgerissen wurden (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig etwa 1300). Nach Entfernung der Flechten weitere Transpiration am Potometer 2 Stunden. Ergebnis des Versuchs, siehe Kurve I, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 2, 1. VIII. 1919. Flechtenbedeckter Zweig (Grad 3), Zwischenform zwischen Hängetypus und Zweietagentypus, von einer flechtenbefallenen Fichte, Kåtaåsen, Staatsforst Kulbäcksliden. Der Zweig wurde nach Hause genommen am 31. VII und stand in Wasser über Nacht. Flechten trocken. — Nach $1^1/_2$ St. Transpiration am Potometer wurden die Flechten entfernt. Ungefähr 200 mehr oder weniger grüne Nadeln wurden dabei losgerissen (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig 4500). Dann weitere 2 St. Transpiration am Potometer. Ergebnis, siehe Kurve II, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 3, 2. VIII. 1919. Flechtenbedeckter Zweig (Grad 4) von einer flechtenbefallenen Fichte bei Granängesmyran, zwischen Näsland und Kulbäcksliden, am selben Morgen geholt. Alle transpirierenden Teile mehr oder weniger von Flechten umsponnen. Am vorigen Tag anhaltender Tauregen, die Flechten fühlten sich jedoch ganz trocken an. Vor Beginn des Versuchs wurde der ganze Zweig in Wasser untergetaucht, so dass die Flechten ganz nass waren. — Nach 2 St. am Potometer Flechten entfernt, wobei 12 lebende Nadeln losgerissen wurden (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig etwa 1300). Weitere $2^1/_2$ St. am Potometer. Ergebnis, siehe Kurve III, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 4, 4. VIII. 1919. Normaler, flechtenfreier Fichtenzweig, in schwachem Regen spät am Abend 3. VIII geholt. — Nach 2 St. am Potometer trockne Flechten aufgehängt, so dass der Zweig einem flechtenbefallenen Zweig Grad 4 ähnlich sah. Nach $1^1/_2$ St. Flechten wieder weggenommen, dann $1^1/_2$ St. weitere Beobachtung. Ergebnis, siehe Fig. 5 (S. 421).

Versuch 5, 5. VIII. 1919. Derselbe Zweig wie im vorigen Versuch mit frischer Schnittfläche. — Nach 1 St. am Potometer wieder trockne Flechten aufgehängt bis zu Grad 4 (alle nadeltragenden Internodien in Flechten eingewickelt). Nach $^3/_4$ St. Flechten wieder weg. Nach 1 St. nasse Flechten umgewickelt. Nach 3 St. Flechten weg. Nach 2 St. der Zweig ganz in Wasser untergetaucht und weitere Beobachtung 1 St. Ergebnis, siehe Fig. 6 (S. 422).

Aus den Kurven (Fig. 4 bis 6), die die Ergebnisse der Versuche wiedergeben, bemerkt man zunächst eine allgemeine fallende Tendenz, wie oft bei Potometerversuchen an nicht besonders »guten» Objekten. Hier scheint diese

Tendenz ziemlich stark, was ohne Zweifel daher rührt, dass die Schnittfläche schnell durch ausgeschiedenes Harz zugestopft wird. Dieses allgemeine Fallen, sowie die Trägheit der Reaktion nach Veränderung der Transpirationsbedingungen (vgl. das langsame Abfallen der Kurve in Fig. 6 nach Eintauchen des ganzen Zweiges in Wasser), die eine Folge des mangelhaften Parallelismus der Transpiration und der Wasseraufnahme ist, erschweren das Urteil über den Einfluss der Flechten; man kann kaum die absoluten Werte verwenden, sondern muss nach der Richtung der Kurve urteilen. Trotzdem scheint aus den Kurven herausgelesen werden zu dürfen, dass nasse Flechten eine etwa ebenso starke Hemmung wie ein vollständiges Untertauchen in Wasser bewirken, dass aber eine Bedeckung mit trocknen Flechten unter den in den Versuchen obwaltenden Bedingungen keine Transpirationshemmung verursacht. Nach Bedeckung mit trocknen Flechten ist im Gegenteil mehrmals die Transspiration gestiegen, was teils durch ein Austrocknen der Luft um die Nadeln herum infolge Wasserabsorption der Flechten, teils vielleicht durch das Hantieren mit den Zweigen während der Flechtenbedeckung verursacht sein kann (Luftströmungen, eventuell Reizwirkung auf die Spaltöffnungen).

Bei einer ökologischen Bewertung der Versuchsergebnisse muss man zuerst daran denken, dass die Versuche im Zimmer ausgeführt wurden, in fast unbewegter Luft, und also nichts über die Stärke der doch anzunehmenden Hemmung in bewegter Luft infolge des von den Flechten bewirkten Windschutzes aussagen. Um einmal zu versuchen, unter natürlicheren Bedingungen zu experimentieren, habe ich 1920 einige Transpirationsbestimmungen im Wald ausgeführt (diesmal mit Wägung), jedoch in kurzen Zeitabschnitten so enorm variierende Werte bekommen, dass das Ergebnis nicht zu weiterer Arbeit ermunterte. Um den Effekt des Windschutzes infolge der Flechtenbedeckung experimentell zu studieren, müsste man ohne Zweifel mit in jedem Versuch konstanten und bekannten Windstärken arbeiten — ein allzu grosser Apparat für die vorliegende Spezialfrage. Übrigens würde die ökologische Deutung auch solcher Versuche Schwierigkeiten bereiten, denn die Transpiration ist ja in erster Linie von den Öffnungsverhältnissen der Spaltöffnungen bestimmt, und der Spaltöffnungsmechanismus ist bekanntlich ein sehr empfindlicher Mechanismus (auch bei den Nadelbäumen, vgl. Stålfelt 1921), der bald mit Spaltöffnungsschluss reagiert, falls die Transpiration z. B. infolge von Wind zu stark wird. Es könnte also sehr gut möglich sein, dass, obwohl Versuche eine starke Transpirationshemmung seitens einer Flechtenbedeckung im Wind erwiesen hatten, diese Hemmung ökologisch nicht dementsprechend ausfallen würde, ja sogar, dass während eines Tages mit Wind ein, z. B. durch Flechten, windgeschützter Baum insgesamt mehr und dabei gleichmässiger, ökologisch vorteilhafter, transpirieren würde als ein entsprechend exponierter flechtenfreier.

Was die ökologische Bewertung der Versuche mit nassen Flechten betrifft, sei bemerkt, erstens, dass, solange Regen, feuchter Nebel etc. dauert, die Transspiration ohnehin sehr herabgesetzt sein muss, zweitens, dass die Flechten sich zwar in feuchter Luft schnell benetzen, aber auch nach Aufhören des feuchten Wetters schnell austrocknen. So habe ich am Morgen nach einem Tag mit Regen bis in die Nacht hinein die Bartflechten an den Fichten schon ganz trocken gefunden, während z. B. das Heidelbeerkraut am Boden noch triefnass war.

7. Die Bartflechten und die Assimilation.

Bei der Wahl einer Assimilationsbestimmungsmethode für diese Untersuchung haben mehrere Gründe mich von den gasometrischen Methoden abgehalten, vor allem die Gefahr, dass die Gegenwart der Flechten die Resultate fälschen würde, wenn man in Gaskammern arbeitete (Assimilation, Sorption; besonders zu fürchten: Freiwerden während des Versuchs von sorbiertem CO_2). Ich griff daher zu einer Methode der direkten Bestimmung der gebildeten Assimilate (Inversion der Stärke mit Speichel, Gast 1917, Hydrolyse mit H_2SO_4, Kylin 1918, dann Bestimmung des reduzierenden Zuckers mit Fehlings Lösung mit Titration nach Bertrand 1906; die Methode beschrieben bei Stålfelt 1921), die sich aber für das Objekt unbrauchbar erwies, wahrscheinlich weil sich bei der Assimilation in den Nadeln ein Zwischenprodukt — Glykosid? — bildet, das in den lebenden Nadeln im Dunkeln Zucker abspaltet, das aber nicht von Speichel und H_2SO_4 hydrolysiert wird. Meine Analysenwerte (Tab. 5, S. 425) zeigen das paradoxale Verhalten, dass die flechtenbeschatteten Nadeln mehr (hydrolysierbare) Kohlehydrate enthielten als die unbeschatteten Vergleichsnadeln, gerade wie Stålfelt einen grösseren Gehalt in während 10 Stunden verdunkelten Nadeln fand als in dem Licht ausgesetzten (Stålfelt 1921, S. 242). Meine Bestimmungen lassen also leider keinen Schluss über die assimilationshemmende Wirkung der Flechten zu. Dass mit einer solchen Hemmung zu rechnen ist, ist jedoch anzunehmen, da die Flechten, besonders die Schwarzflechte, eine ziemlich starke Beschattung bewirken, und die Licht-Assimilationskurve der Fichte bis zum vollen Zenitsommerlicht steigt (Stålfelt 1921). Eine Auswertung der Stärke dieser Hemmung geschähe vielleicht am besten indirekt durch Bestimmung des Lichtverlusts infolge der Flechtenbedeckung und Berechnung mittels einer Lichtassimilationskurve, die auf Grund von Untersuchungen mit einer gasometrischen Methode an flechtenfreiem, aber sonst möglichst vergleichbarem Material konstruiert wurde. Das erste ist zwar z. Z. eine heikle Aufgabe, u. a. mangels einer zuverlässigen und wirklich brauchbaren Lichtmessungsmethode für ökologische Zwecke, für den zweiten Teil der Aufgabe — der zwar viel Arbeit beansprucht — ist aber der Weg durch viele Arbeiten (z. B. in Schweden Lundegårdh, Stålfelt) gewiesen. Es sei jedoch bemerkt, dass, auch wenn wir exakt die Assimilationshemmung angeben könnten, die eine Flechtenbedeckung von gewisser Stärke auf einen normalen Fichtenbaum in Norrland bewirken muss, die Verwendung dieser Kenntnis für die Ökologie der typischen Flechtenbäume, die besonders auf schlechtem, allzu feuchtem u. s. w. Boden vorkommen, noch Schwierigkeiten bereiten würde. Es ist anzunehmen, dass diese Bäume vor allem infolge ungünstiger Bodenfaktoren leiden, also an Salzmangel, Wassermangel u. s. w., nicht an zu wenig Licht. Ein Mehr oder Weniger von Licht ist deshalb höchstwahrscheinlich für sie ohne Bedeutung, solange nur die Lichtverhältnisse eine Assimilation erlauben, die im Verhältnis zur Salzzufuhr u. s. w. steht.

8. Versuche mit Flechtenbedeckung und Entfernen der Flechten.

Wegen technischer Schwierigkeiten wurden diese Versuche nicht mit ganzen Bäumen, sondern mit einzelnen Zweigen und Internodien vorgenommen. Wenn

der in Abt. 5 gefundene Parallelismus zwischen Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung für die einzelnen Internodien auf einer Schädigung seitens der Flechten beruht, so muss sich aber diese schon durch solche Versuche nachweisen lassen.

Die Versuche, 22 an der Zahl, wurden im Staatsforst Kulbäcksliden (Kirchspiel Degerfors, Västerbotten) ausgeführt; 15 davon betrafen die Weissflechte, 7 die Schwarzflechte. Von jenen bestanden 5 in Entfernen der Flechten von flechtenbefallenen Zweigen, alle andern in Flechtenbedeckung von vorher flechtenfreien. Die Versuche mit der Weissflechte liefen von 1919 bis 1922, die mit der Schwarzflechte von 1920 bis 1922. In den Flechtenbedeckungsversuchen wurde die Art der Bedeckung und Befestigung ein wenig variiert; bald wurden die ganzen Zweige mit Flechten bedeckt, bald nur die Sprossspitzen, oder umgekehrt die Sprossspitzen flechtenfrei gelassen, während der Rest des Zweiges flechtenbedeckt wurde; meistens wurden die Flechten nur lose aufgehängt und dadurch befestigt, dass die Flechtenfäden zwischen den Nadeln eingeflochten wurden, in einigen Fällen wurden, um eine besonders dicke Bedeckung zu erhalten, die Flechtenbüschel, ohne Einflechten zwischen den Nadeln, um die Sprosse gewickelt und ihre Enden durch einen Knoten vereint. In den Fällen, wo nur die Sprossspitzen flechtenbedeckt wurden, oder wo die Flechten in der letztgenannten Weise (Bandagierung) appliziert wurden (insgesamt 4 mit der weissen, 1 mit der schwarzen Flechte) blieben die Flechten nicht sitzen. In den anderen Versuchen dagegen blieben sie überall gut sitzen, ausser in einem Fall mit der Weissflechte. Die Bedeckungen mit der Weissflechte waren sehr leicht auszuführen durch blosses Belegen des Zweiges und Einflechten in der Mitte des aufgelegten Büschels und zeigten nach dem ersten Regenwetter ein ganz natürliches Aussehen; bei der Schwarzflechte war es wegen der grösseren Steifheit der Fäden nötig, die Flechtenfäden unter gleichzeitigem Einflechten zwischen den Nadeln etwas um die Sprosse zu wickeln, sonst fielen sie gleich ab. Die Bedeckungen mit der Schwarzflechte zeigten daher nicht ein so natürliches Aussehen wie die Weissflechtenbedeckungen (vgl. die Fig. 7 bis 10, S. 428—431).[1]

Der einzige Fall, wo etwas auf eine Schwächung des Versuchszweiges infolge der Flechtenbedeckung hindeutete, ist bei dem in Fig. 7 abgebildeten Zweig 1, betreffend welchen bei den zwei letzten Revisionen folgendes notiert wurde: »Die Flechtenbedeckung sehr stark, am stärksten auf der linken Seite des Zweiges, wo trotzdem die meisten und die einzigen kräftigen Sprosse sitzen; Erklärung (?): diese Hälfte sitzt richtig, die andere hängt lotrecht. Der ganze Zweig macht doch in diesem Jahr einen starken Eindruck des Abgeschwächtseins im Vergleich mit anderen gleichgestellten an demselben Baum. Schädigung seitens der Etikette liegt nicht vor. Es ist zu bemerken, dass der Zweig eine schlechte Lage hat (gehört einer Unteretage zu)» (1921). »Ebenso; der einzige kräftige Trieb ist jetzt 25 mm, sitzt an einer *Chermes*-geschädigten (gekrümmten) Sprossspitze, die aus der Flechtenbedeckung ausragt; diese ist sehr kräftig an beiden Hälften» (1922). Der Zweig nähert sich dem hängenden Typus und hatte, wie gesagt, eine schwache Lage am Baum. Er wäre sowieso früher oder später degeneriert.

Sonst ist nirgends etwas beobachtet worden, das auf eine Schädigung seitens

[1] Von den Photographien sind nur die aus 1919 stammenden im Wald aufgenommen, die übrigen im Laboratorium, nachdem die Zweige getrocknet waren.

der Flechten hindeutete, ausser dass vielfach die auswachsenden Jahrestriebe knieförmig gekrümmt waren. Ich habe dies zuerst als eine offenkundige mechanische Schädigung gedeutet, später aber gefunden, dass die Krümmungen, ausser möglicherweise in einem oder zwei Fällen, wo dies nicht mit Sicherheit behauptet werden kann, mit schwachen *Chermes*-Angriffen zusammenhängen (die zweifelhaften Fälle wurden gefälligst von Prof. Trägårdh besichtigt); solche, von allen Stärken, kamen in den letzten Jahren in grosser Menge an den Fichten vor an der Lokalität, wo die Versuche gemacht wurden.

Normalkräftige auswachsende Jahrestriebe haben entweder die Flechtenbedeckungen abgekämmt (vgl. oben das Misslingen bei Bedeckung der Spitzen allein!) oder sind durch den Flechtenbelag ungehemmt hindurchgewachsen (vgl. Fig. 8—10), und irgendeinen Einfluss auf den Sprossansatz oder die Kraft der Triebe habe ich nicht bemerkt, wenn von dem Fall mit dem Zweig Nr 1 abgesehen wird. Diesem Ergebnis entsprechend habe ich gar keinen Einfluss der Entfernung der Flechten von typischen flechtenbefallenen Zweigen bemerken können. Die betreffenden Zweige haben ihr degeneriertes Aussehen ganz und gar behalten und entweder keine oder nur schwache Jahrestriebe hervorgebracht, nicht mehr und keine stärkeren als die weiterhin flechtentragenden Vergleichszweige.

Mit Hinblick auf das Ergebnis des Versuchs 1 kann auf Grund der Versuche nicht geleugnet werden, dass die Flechten unter Umständen eine schnellere Degeneration schwacher Zweige herbeiführen können, der Ausfall der Gesamtheit der Versuche scheint mir aber entschieden dagegen zu sprechen, dass der vorhin gefundene Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und mangelnder Triebentwicklung seinen Grund in einer primären Schädigung seitens der Flechten hätte.

9. Korrelation zwischen Flechtenbedeckung und Sumpfigkeit des Bodens.

Die wirklich flechtenkrank aussehenden Fichten gehören, soviel ich gesehen habe, einer der folgenden Kategorien an: 1) Überjährige Bäume; 2) Bäume auf sumpfigem Boden; 3) Bäume auf ungünstigem Rohhumus, z. B. in durch den in Norrland vormals verbreiteten »Dimensionshieb» zerfetzten Beständen, wo der Boden »verwildert» ist; allgemein sind es also Bäume, bei denen man ohnehin einen schwachen Zuwachs und schlechten Zustand erwartet. Es scheint mir dies sehr dafür zu sprechen, dass die Flechtenbefallung, in der Hauptsache jedenfalls, eine sekundäre Erscheinung ist. Nach meinen Beobachtungen tritt die Flechtenbefallung auch nicht auf wie eine planlos um sich greifende allgemeingefährliche Krankheit, sondern zeigt einen bis ins Einzelne individualisierenden Charakter. So pflegen gutwüchsige Bäume flechtenfrei zu sein, auch wenn sie dicht neben stark flechtenbefallenen alten Überhältern u. dgl. stehen (vgl. Abt. 2 und Fig. 2), und wo normaltrockner Moränenboden mit sumpfigem Boden wechselt, pflegen die Bäume je nach der Sumpfigkeit des Bodens flechtenbefallen zu sein. Andere Beobachter scheinen freilich einen ziemlich verschiedenen Eindruck von der Sache bekommen zu haben: »Von einer einzigen alten in Flechten gehüllten Fichten-Mumie kann ein ganzer Fichtenbestand infiziert werden und am meisten

an der Seite, die gegen die Windrichtung schaut» (Sernander 1922, S. 243). Es schien mir daher angezeigt, durch eine möglichst objektive Methode zu prüfen, inwieweit mein Eindruck richtig sei, und ich wählte als Prüfungsobjekt den Zusammenhang zwischen Flechtenbefallung und Sumpfigkeit des Bodens.

Es wurden zu dem Zweck zwei Streifen von 4 m Breite und je 120 m Länge taxiert, deren Lage aus der Karte Fig. 12 (S. 434) hervorgeht. Linie 1 geht, wie man sieht, meist über mehr oder weniger sumpfigen Boden, Linie 2 hauptsächlich über trockneren. Diesen Linien entlang wurden, Meter für Meter, alle innerhalb des taxierten Streifens wachsenden Bäume notiert, samt ihrer Höhe, dem Grad von Flechtenbedeckung, nach einer 5-gradigen Skala geschätzt, und ihrer Angehörigkeit zu verschiedenen Kronenschichten nach dem Schema Schottes (1912). Daneben wurde die Bodenvegetation untersucht und die Schnittpunkte der erkennbaren Grenzlinien in der Vegetation mit der Taxationslinie bestimmt. Die Bodenvegetation wurde als Indikator für den Grad der Sumpfigkeit des Bodens benutzt und danach trockner Boden (die gewöhnlichen Wald-*Hylocomia, Dicranum* etc., Heidelbeere, Preisselbeere u. s. w.), Übergangszone (mit viel *Polytrichum,* mit Pflanzen wie *Empetrum, Rubus chamæmorus, Carex globularis)* und sumpfiger Boden (*Sphagna,* hauptsächlich *Russowii,* in der Bodendecke dominierend) unterschieden. Die Tab. 6 (S. 434) zeigt die Verteilung des Materials nach Klassen der Flechtenbedeckung und des Bodens. In der Statistik wurden nur die die Kronenschichten 1—4 erreichenden Bäume aufgenommen, weil, wie schon oben genannt, die niedrigsten Bäume (der Klasse u, Unterwuchs, angehörend) immer flechtenfrei oder fast flechtenfrei sind, wie schlecht sie auch sein mögen. För die Kronenschichten 1—4 zeigt sich aber, wie aus der Tabelle hervorgeht, eine starke Korrelation. Diese würde noch stärker gewesen sein, wenn nicht an der untersuchten Lokalität so viele gipfelgebrochene und schlechte stark flechtenbehangene Bäume auf dem trocknen Boden vorgekommen wären. Die Mittelhöhen der den verschiedenen Kronenschichten angehörigen Bäume in dem Material geht aus der unnumerierten Tabelle auf S. 435 hervor.

Die nächstliegende Annahme, um die gefundene Korrelation mit dem Boden zu deuten, scheint mir die, dass die Fichten auf dem feuchten Boden primär schlecht wachsen und daher flechtenbewachsen sind, dass also die Flechtenbedeckung lediglich ein Symptom des schlechten Zuwachses ist. Eine Beeinflussung der Flechten seitens des Bodens ist zwar denkbar, denn nach meinen Messungsserien Tab. 1 (S. 410) scheinen durchschnittliche Differenzen in der Luftfeuchtigkeit zwischen naheliegenden Lokalitäten vorkommen zu können, und zwar wurde die Luft im Sumpfwald feuchter als im anstossenden Wald auf trocknem Boden gefunden. In der gefundenen Korrelation kann daher kein Beweis gegen die Annahme des primären Charakters der Flechtenbefallung gesehen werden, nur ein Indizium mehr dagegen.

10. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen für die forstliche Praxis.

Der Parallelismus, den man in der Natur zwischen Stärke der Flechtenbefallung und schwachem Zuwachs sowie schlechtem Zustand überhaupt bei den Fichten in norrländischen Wäldern beobachtet, ist im einzelnen — für einzelne Zweige und Internodien — objektiv festgestellt worden. Es sind besonders Inter-

nodien mit toter Apikalknospe, die stark flechtenbefallen sind (5). Desgleichen wurde ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Flechtenbedeckung und der Sumpfigkeit des Bodens objektiv festgestellt (9). Für sehr niedrige Bäume (unter ein paar m Höhe) gilt jedoch keiner von diesen Zusammenhängen; solche niedrige Bäume pflegen flechtenfrei oder fast flechtenfrei zu sein, wie schwach sie auch wachsen und wie schlecht ihr Zustand ist. Dies Verhalten wird durch Verbreitungsverhältnisse erklärt (2, 9).

Versuche wurden ausgeführt mit Flechtenbedeckung und Entfernen der Flechten an Zweigen wachsender Fichten. Die Ergebnisse deuten dahin, dass der für einzelne Internodien festgestellte Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und mangelnder Triebentwicklung n i c h t aus einer primären Schädigung seitens der Flechten zu erklären ist (8).

Bei Transpirationsversuchen in stiller Luft wurde keine Transpirationshemmung seitens trockner Flechten gefunden, nasse Flechten setzten aber die Transpiration der Fichtenzweige etwa gleich stark herab wie Eintauchen des Zweiges in Wasser. Die Versuche sind ökologisch nicht vielsagend, da sie über die Transpirationshemmung im Wind nichts aussagen. Die ökologische Bewertung einer in physiologischen Versuchen gefundenen Transpirationshemmung ist überhaupt kompliziert (6).

Versuche, die zur Beurteilung der hemmenden Einwirkung einer Flechtenbedeckung auf die Assimilation ausgeführt wurden, misslangen, weil die gewählte Assimilatbestimmungsmethode für Nadeln nicht verwendbar ist. Dass die Beschattung infolge der Flechtenbedeckung die Assimilation herabsetzt, ist wohl im allgemeinen anzunehmen, welche ökologische Rolle die Sache spielt bei den degenerierenden, wahrscheinlich meistens aus anderen Gründen als Assimilatmangel — z. B. an Salzhunger — leidenden Bäumen, die eben besonders von den Flechten befallen werden, ist sehr schwer zu sagen (7).

Die vorliegenden Tatsachen erlauben keine bestimmte Behauptung in der Frage über die Schädlichkeit der Flechtenbefallung; nach Prüfung der aus Versuchen und anderen Tatsachen erschlossenen Indizien kommt Verf. jedoch zu der Auffassung, dass die Flechtenbefallung wenigstens hauptsächlich eine sekundäre Erscheinung ist, ein Symptom schwachen oder mangelnden Sprossansatzes. Die Fichten wären also flechtenbehangen, weil sie schlecht sind, nicht schlecht weil flechtenbehangen. Jedenfalls kann man nach der stark individualisierenden Art des Auftretens der Flechten in der Natur behaupten, dass die Flechtenbefallung keine allgemeingefährliche Pest ist.

* *
*

Wenngleich die vorliegende Frage als ökologisches Problem viele Schwierigkeiten bereitet, so scheint doch ihre praktische Seite ziemlich einfach. Einmal scheint es unausführbar, andere direkte Massnahmen gegen die Flechten zu unternehmen als die Ausmerzung der Träger der Ansteckung, d. h. der stark befallenen Bäume; auch wenn die Flechtenbefallung den Charakter einer ver-

heerenden Pest hätte, wäre dies wohl das einzige, was man in der Praxis dagegen tun könnte. Die stark flechtenbefallenen Bäume scheinen aber ohne Ausnahme die schon primär sehr schwachwüchsigen, degenerierenden, sterbenden und halbtoten zu sein, die schon vom Gesichtspunkt einer rationellen Waldkultur weggenommen werden sollten. In demselben Masse, wie die überalten Wälder durch produktive, rationell gepflegte ersetzt werden, wie es gelingen wird, die schlecht gepflegten, zerfetzten Bestände in gesunde produktive Bestände zu überführen, wie die Sumpfwälder dräniert werden, wird voraussichtlich die Flechtenbedeckung als Krankheit verschwinden. Die primär gesunden Bäume scheinen davon nichts zu fürchten zu haben. Immerhin ist es möglich, dass eine Flechtenbefallung die Degeneration schwacher Bäume beschleunigen kann, ja sogar dass für gewisse Gebiete Sernander in der Auffassung Recht hat, die Schwarzflechte wäre »der wahre Würgengel der Fichten» (1922, S. 243). Dass diesem Würgengel andre Bäume zum Opfer fallen als die schon aus andern Gründen dem Tod geweihten ist aber nach allem zu urteilen nicht anzunehmen.

PAUL SPESSIVTSEFF

BESTÄMNINGSTABELL ÖVER SVENSKA BARKBORRAR.

INLEDNING.

Med dessa tabeller har författaren velat giva herrar skogstjänstemän och studerande en handledning för att lätt kunna bestämma svenska barkborrar, i den mån dessa insekters små dimensioner tillåta. Därför hava tabellerna fått en praktisk karaktär, d. v. s. i dem hava endast använts kännetecken, som lätt kunna ses vid 15—20 gångers förstoring. I samma syfte har barkborrarnas vanliga indelning i tre grupper, *splint-*, *bast-* och *äkta barkborrar*, bibehållits. Denna indelning, som visserligen icke duger för hela jordklotets barkborrar, är nämligen fullt tillämplig för Sveriges på barkborrarter fattiga fauna och är tack vare sin enkelhet mycket bekväm.

I dessa bestämningstabeller äro, förutom morfologiska kännetecken för varje art, med fin stil angivna de trädslag, på vilka densamma lever, varjämte en kort beskrivning på dess gångar bifogats för att underlätta bestämningen i den naturliga omgivningen i skogen.

Förutom de arter, som hittills blivit funna i Sverige, hava i bestämningstabellerna även de arter medtagits, vilka förekomma i grannländerna, Finland, Norra Ryssland, Danmark, Norge och Norra Tyskland, och vilka antagligen komma att påträffas även i Sverige vid fortsatta undersökningar, Dessa arter äro i bestämningstabellerna utmärkta med en asterisk *.

Jag begagnar härmed tillfället att uttrycka min stora tacksamhet till Prof. I. TRÄGÅRDH, hvilken sett igenom mitt manuskript, övervakat korrekturläsningen och tack vare vilkens bistånd denna tabell kunnat komma ut i tryck.

BESTÄMNINGSTABELL ÖVER GRUPPERNA.

1. Halsskölden punkterad. Halsköldens profil nästan rak (dess främre del ej nedåtböjd och därför huvudet synligt uppifrån) (fig. 2. 3). I sällsynta fall finner man blott det ena av dessa två kännetecken[1] ..... 2.

— Halsskölden framtill med upphöjningar eller tvära rynkor, vilka i riktning mot halsköldens bas bliva allt mindre och slutligen vanligtvis övergå till punkter. Halsskölden antingen starkt välvd eller dess främre del brant nedåtböjd; huvudet vanligtvis ej synligt uppifrån (fig. 1). Ofta hava täckvingarna baktill en urgröpning, vars kanter äro tandade eller med upphöjningar (fig. 56, 57, 58, 59, 62, 66, 68). Täckvingarnas framkant slät. ***Ipini.*** (Äkta barkborrar.) (s. 18)

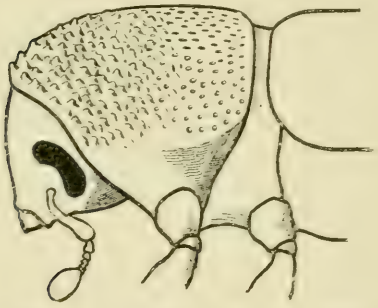


Fig. 1. Halsskölden av *Ipini* (Äkta barkborrar).

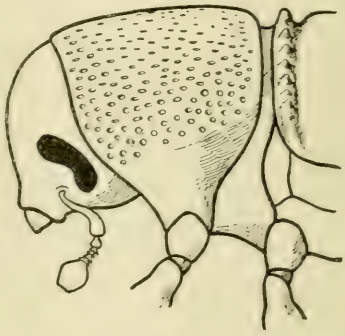


Fig. 2. Halsskölden av *Hylesinini* (Bastborrar).

2. Täckvingarna ända till spetsen nästan horisontala. Täckvingarnas baskant slät. Halsköldens sida med en intryckt linje innanför kanten. Bukprofilen från 2:a segmentet brant uppåtstigande (fig. 3). ***Scolytini*** (Splintborrar). (s. 3)

— Täckvingarna i spetsen nedåtböjda. I flesta fall randen vid täckvingarnas baskant uppåtböjd och tandad (fig. 2). Halsköldens sidor utan intryckt linje. Bukprofilen nästan horisontal utom hos Hylesinus, hos vilka den är svagt uppåtstigande från basen till spetsen. ***Hylesinini*** (Bastborrar). (s. 7)

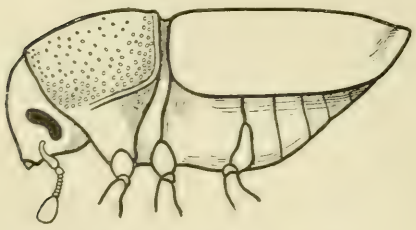


Fig. 3. Schematisk figur av *Scolytini* (Splintborrar).

[1] Hos *Crypturgus* (fig. 15) halsskölden jämnt punkterad, men dess främre kant svagt nedåtböjd. Hos *Hylesinus* (fig. 22) halsköldens profil rak, men halsköldens sidor med knölformiga upphöjningar.

I. SCOLYTINI *(Splintborrar).*

[Till denna grupp hör endast ett släkte *Scolytus (Eccoptogaster)*]

1. 2:a buksegmentet i mitten med en stor, bakåt riktad, horisontal tand (fig. 4); 2:a, 3:e och 4:e buksegmentens kanter vid sidorna tillspetsade som tänder. Pannan hos ♂ intryckt och kantad med långa, gulaktiga hår, hos ♀ utstående, utan hår. L. 2—3,5 mm ..... ***Scol. multistriatus*** Marsh. (Tandade almsplintborren.)

Lever under almens bark. Modergång längsgående, till 6 cm lång och omkring 2 mm bred, med tvärställda larvgångar. Såväl modergången som de tätt ställda larvgångarna äro mycket skarpt och tydligt avtryckta på barkens inre sida. Funnen på Gottland.

Fig. 4. *Scolytus multistriatus* (Tandade almsplintborren).

— Tanden på 2:a buksegmentet saknas ..... 2.

2. Halssköldens sidor med glesa, ej djupa och ej sammanhängande punkter, vilka på halssköldens mellersta del bliva ännu glesare och finare (fig. 5). Punkterna på täckvingarna av två slag: större och djupare, bildande huvudstrimmorna, samt mindre och finare i mellanstrimmorna (fig. 7). Mera sällan äro punkterna i mellanstrimmor och huvudstrimmor nästan lika stora ..... 3.

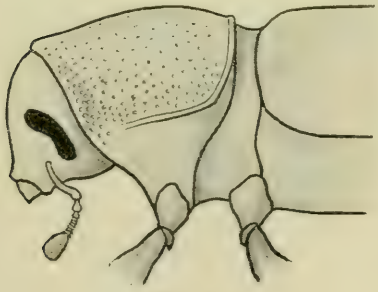


Fig. 5.

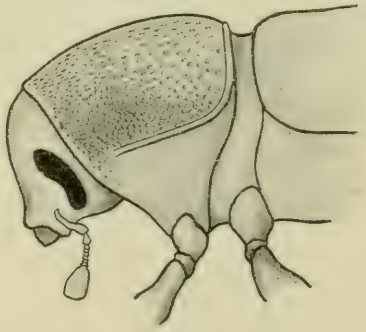


Fig. 6.

— Halssköldens sidor med täta, djupa, ibland sammanflytande punkter, glesare fördelade på halssköldens mellersta del (fig. 6). Punkterna i huvudstrimmorna och mellanstrimmorna djupa, av samma storlek (fig. 8).

3. På undersidan av 3:e och 4:e segmentet, eller på ett av dem, finnas tänder eller små upphöjningar (fig. 9, 10) ..... 4.

— Buksegmenten släta, utan tänder eller upphöjningar ..... 6.

4. 4:e buksegmentets kant i mitten tydligt tjockare; 3:e segmentets kant i mitten med en knappt märkbar upphöjning. Täckvingarnas mellanstrimmor med en rad mycket fina punkter. Pannan med täta, korta hår, något tillplattad. L. 3,5—4,5 mm..... ***Scol. laevis*** Chap.
(Mindre almsplintborren.)
Hane.

Lever på alm. Modergång längsgående, nästan alltid i början med en utvidgning i form av en stövel. Puppkammare djupt i splinten, vilket ej förekommer hos *Scol. scolytus* och *Scol. multistriatus*. Finnes i södra och mellersta Sverige; påträffas allmänt i Stockholms omgivningar.

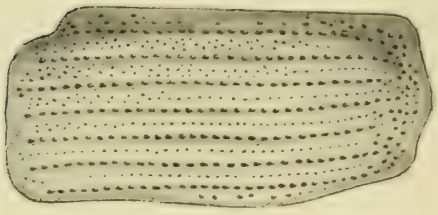


Fig. 7.

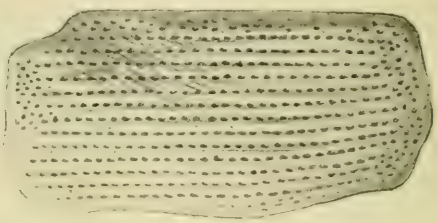


Fig. 8.

— De små upphöjningarna på buksegmenten hava antingen ett annat utseende eller äro fördelade på annat sätt..... 5.

5. 3:e och 4:e segmentens bakkanter ha i mitten en knappliknande upphöjning. Hos ♂ buksegmenten med gula hår, vilka på det sista segmentets bakkant äro längre, en bakåt utstående vågrätt tillplattad svagt svalstjärtformad borste, vars hörn skjuta fram under täckvingarna. Hos ♀ buken kal. Pannan hos båda könen med gulaktiga hår, hos ♂ något intryckt, hos ♀ mer eller mindre utstående. L. 3,5—5,5 mm ..... ***Scol. scolytus*** Fabr.
(Större almsplintborren.)

Lever under tjock bark på alm. Modergång längsgående, vanligtvis från 3 till 5 cm lång, sällan längre; gångens bredd något större än 2 mm. Förpuppningen i barken. Påträffas i södra och mellersta Sverige.

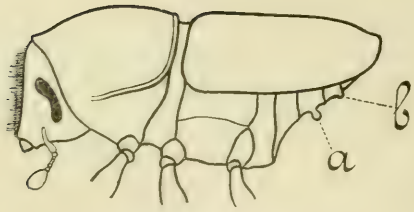


Fig. 9. *Scolytus Ratzeburgi.*
(Björksplintborren) Hane.

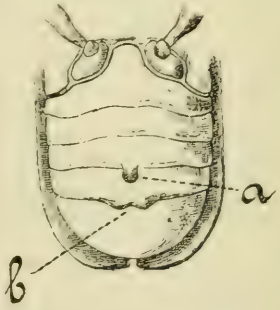


Fig. 10. *Scolytus Ratzeburgi.*
(Björksplintborren) Hane.
Buksegmenten.

— 3:e buksegmentet i mitten med en upphöjning i form av en knopp (fig. 9, 10 a). 4:e segmentets bakre kant i mitten tjockare; denna tjockare del är i mitten inbuktad (b). Här saknas på buken. Pannan något intryckt, med täta, gulaktiga hår; L. 4,5—6,5 mm ..... ***Scol. Ratzeburgi*** Janson. (Björksplintborren)

Hane.

Lever uteslutande på björk. Modergång enkel, längsgående, 5—9 cm. Gångens bredd omkring 3 mm, larvgångarna ganska tydligt avtryckta i splinten, vågformigt slingrande. Påträffas i hela Sverige.

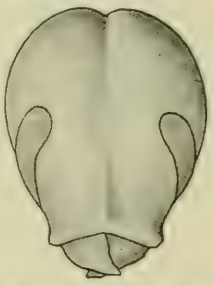


Fig. 11. *Scolytus Ratzeburgi* (Björksplintborren)hona. Huvudet.

6. Pannan framtill med en låg, kort köl, i mitten med en intryckning, vilken vid huvudets bas övergår till en djup längsränna (fig. 11). L. 4,5—6,5 mm. ***Scol. Ratzeburgi*** Janson. (Björksplintborren), Hona.

— Pannan utan köl.. ..... 7.

7. 1:a buksegmentet bildar med det 2:a en nästan rät vinkel (fig. 12). Pannan kal, utstående, baktill med en längsränna..... ***Scol. laevis*** Chap.

Hona.

Beskrivning av gångsystemet se sida 4.

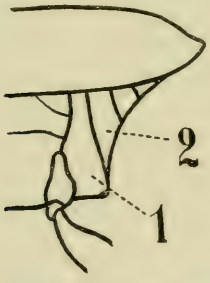


Fig. 12. *Scolytus laevis* (Mindre almsplintborren) hona. Bukprofil.

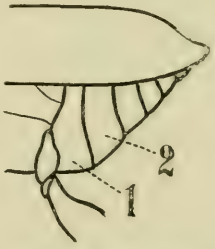


Fig. 13. *Scolytus mali* (Kärnfruktsplintborren). Bukprofil.

— 1:a buksegmentet bildar med det 2:a en trubbig vinkel (fig. 13). Pannan hos hanen tillplattad framtill och på sidorna besatt med hår, hos honan svagt utstående och nästan kal. Täckvingarnas färg och punkternas storlek i mellanstrimmorna mycket varierande[1] ..... ***Scol. mali*** Bechst. (Kärnfruktsplintborren).

Lever i tjock bark på fruktträd av familjen *Pomaceae* och *Amygdaleae*. Modergång längsgående, vanligtvis 5—6 cm lång, men kan ibland vara betydligt längre; den har vanligtvis vid sin början en utvidgning. Påträffas i södra Sverige.

[1] *var. piri.* — punkterna på mellanstrimmorna av samma storlek som på huvudstrimmorna.

8. Buken utstående, emedan 1:a och 2:a segmenten äro uppsvällda (fig. 14). Några av halssköldens punkter utdragna på längden. Pannan hos ♂ plattare och mera hårig än hos ♀. Svart, matt, täckvingarna rödaktiga, ljusare mot spetsen. Skalbaggarna små; L. 2—2,5 mm ..... ***Scol. rugulosus*** Ratz.
(Stenfruktsplintborren)

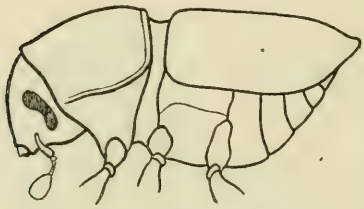


Fig 14. *Scolytus rugulosus* (Stenfruktsplintborren).

Lever på fruktträd av fam. *Pomaceae* och *Amygdaleae* och angriper huvudsakligen unga träd, samt toppar och grenar på gamla. Modergångar längsgående, men ibland även sneda, vanligen 2—3 cm långa, ibland gyttrade i form av en liten rund yta, från vilken utgå inalles 2—3 larvgångar. Såväl modergångarna som larvgångarna djupt avtryckta i splinten. Larvgångarna mycket långa, slingrande och mycket hoptrasslade i olika riktningar. Puppkammare i splinten.

— Bukens 1:a och 2:a buksegment ej uppsvällda. Halssköldens punkter runda. Pannan hos båda könen med korta, glesa, gula hår, hos ♂ något tillplattad och på båda sidor om huvudskölden med en lång, tunn upprättstående hårborste; hos ♀ är pannan svagt välvd och hårborste saknas. Skalbaggarna större; L. 2,5—4 mm ..... ***Scol. intricatus*** Koch.
(Eksplintborren.)

Lever huvudsakligen på ek, sällsyntare på bok, avenbok, och ibland alm. Modergång 1—3 cm lång, tvärställd. Larvgångarna gå först i längdriktningen vinkelrätt mot modergången, sedan slingra de sig, bliva sneda och tvärställda. Puppkammare djupt i splinten. Påträffas i södra och mellersta Sverige.

II. HYLESININI *(Bastborrar)*.

1. Halssköldens profil nästan rak; dess främre del ej brant nedåtböjd (fig. 2, 22, 23, 25, 30); huvudet synligt uppifrån. Skalbaggarna av olika storlek (1,5—8 mm)..... 2.

— Halssköldens främre del svagt nedåtböjd (fig. 15). De allra minsta av europeiska barkborrar (1—1,3 mm) (***Crypturgus*** Erichs)..... 27.

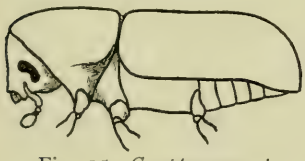


Fig. 15. *Crypturgus sp.* (Dvärgborren).

Leva uteslutande under barrträdens bark. Honorna använda vid äggläggningen andra arters ingångshål och gångar, från vilka de borra sina små, utgrenade modergångar.

2. Antennklubban långsträckt, betydligt längre än antennsnärten (lederna mellan skaft och klubba), bestående av tre från varandra skilda leder (fig. 17 A, B). I Sverige hittills funnen endast en hithörande art..... 3.

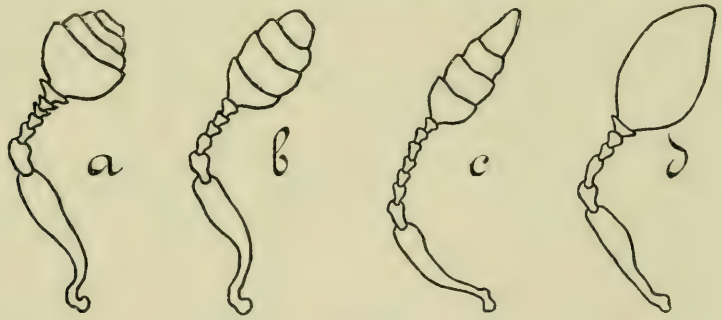


Fig. 16. Antennernas olika typer.

— Antennklubban klotformig (a), äggformig (b) eller tillspetsad (c), ibland tillplattad från sidorna, bestående av täta, sinsemellan förenade leder eller oledad (d) (fig. 16) ..... 4.

3. Antennklubban tillspetsad, består av tre symmetriska leder (fig. 17, A). Punkteringen i huvudstrimmorna grov, men icke djup; mellanstrimmorna svagt upphöjda, vanligtvis otydliga. Skalbaggarna svarta. L. 1,5—1,8 mm.
**Phloeophthorus rhododactylus* Marsh.

I mellersta Europa på *Cytisus*, *Ulex*, *Spartium* och *Sarothamnus*. Funnen även i Danmark.

— Antennklubban består av tre, inåt utvidgade, osymmetriska leder (fig. 17, B). Täckvingarna med regelbundna rader av djupa runda, stora, punkter.

De smala mellanstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning kölformigt upphöjda, med enstaka oregelbundna rader av upprättstående, gulaktig borst. Skalbaggen svartbrun med ljusare täckvingar; antenner och ben rödbruna. L. 1,7—2,2 mm ..... ***Phthorophloeus spinulosus*** Rey. (Borstiga grangrenborren).

Gör sina gångar i de nedre grenarna på gamla granar. Modergång tvåarmad; dess tvenne armar utgå ofta i skarp vinkel från ingångshålet. Larvgångar längsgående, ända till 6 cm långa. Påträffas i hela Sverige.

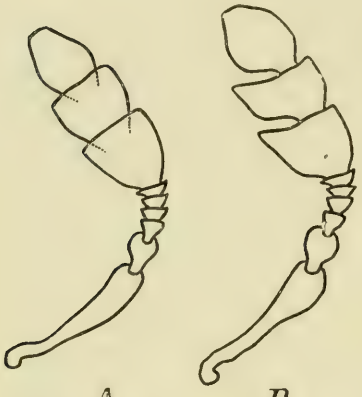


Fig. 17. Antennerna av *Phloeophtorus* sp. (A) och *Phthorophloeus spinulosus* (B).

4. Halssköldens längd tydligt större än dess bredd. Kroppen med ganska täta, ojämt fördelade hår, som på täckvingarnas bakre sluttning äro längre, mycket täta och bilda liksom en borste; håren på halssköldens sidor längre än på täckvingarnas sidor (fig. 18). Täckvingarna baktill, på båda sidor om mittsömmen, med en tydlig intryckning. L. 4,5—5,5 mm ... * ***Hylurgus ligniperda*** Fabr. (Håriga tallbastborren).

Lever i tallens rötter och under dess stubbars tjocka bark. Modergångar längsgående eller snedställda, 10—15 cm långa och 4—5 mm breda. Larvgångar starkt hoptrasslade. Denna skalbagge från mellersta Europa är ännu icke anträffad i Sverige, men funnen i Danmark.

Fig. 18. *Hylurgus ligniperda* (Håriga tallbastborren).

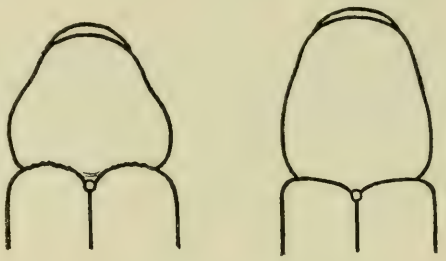
— Halssköldens längd mindre än eller lika med dess bredd. Hår och fjäll i de flesta fall jämnt fördelade. Är halssköldens längd större än dess bredd, så är barkborren nästan kal och alltid svart ..... 5.

5. Täckvingarnas framkant ej uppåtböjd och ej tandad, endast ibland något rynkig. Barkborrarna nästan kala med glesa, korta, knappt märkbara hår, och ibland på täckvingarnas bakre sluttning med mycket fina fjäll, synliga endast vid stark förstoring. Leva uteslutande på barrträd..... 6.

— Täckvingarnas framkant något uppåtböjd och tandad, eller försedd med en intryckt linje innanför kanten (fig. 2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31). Hithörande barkborrar (med undantag av den nästan kala *Hylesinus crenatus*) betäckta antingen med hår, borst eller fjäll. Några arter leva på barrträd, andra på lövträd ..... 12.

6. Halssköldens bredd större än längden. Halsskölden framtill tydligt insnörd. Täckvingar vid basen svagt avrundade, (fig. 19, A) mot spetsen något bredare. Tarsens 3:e led tvåflikig och bredare än den 2:a (***Hylurgops*** Leconte) ..... 7.

— Halsskölden minst så lång som dess bredd eller längre, framtill likformigt avsmalnad. Täckvingarnas framkant rak (fig. 19, A), deras sidor parallella. Tarsens 3:e led ej bredare än den 2:a (***Hylastes*** Erichs) ... 8.



A B

Fig. 19. Halsskölden av *Hylurgops sp.* (A) och *Hylastes sp.* (B).

7. Små barkborrar, (2,5—3,2 mm). Rödbrun; huvudet, kroppens undersida och täckvingarnas yttre kanter svarta. Täckvingarnas mellanstrimmor med tydliga rader av små upphöjningar och mycket korta, tilltryckta hår ända till själva basen av täckvingarna.

Hylurgops palliatus Gyll. (Bleka bastborren).

Lever på olika barrträd. Modergång längsgående, börjar med en utvidgning i form av en stövel. Larvgångarna mycket hoptrasslade. Påträffas i hela Sverige.

— Stor barkborre (4,5—5,5 mm). Svartbrun, nästan svart. Mellanstrimmorna ha endast på täckvingarnas bakre sluttning rader av små upphöjningar och knappast märkbara, korta hår..... ***Hylurgops glabratus*** Zett. (Bruna granbastborren).

Lever uteslutande på granar. Modergången liknar föregående arts, men större. Äggen läggas i modergången i små högar med mellanrum. Larverna gnaga först längs efter modergången oregelbundna ytor, varifrån sedan de i början mer eller mindre solfjäderformigt, därefter starkt hoptrasslade larvgångarna utgå. Påträffas i norra Sverige.

8. Snytet framtill med tvär intryckning (fig. 20, a), som i mitten korsas av en låg men tydlig, kölformigt upphöjd längslinje (b). Täckvingarnas mellanstrimmor kala. Skalbaggarna medelstora. L. 3,5—5 mm ..... 9.

— Snytet framtill nästan slätt, utan upphöjd längslinje. På täckvingarnas mellanstrimmor rader av fina hårborst, tydligt synliga i förstoringsglas. Mindre barkborrar. L. 2,5—3,5 mm ..... 10.

9. Den kölformigt upphöjda linjen (fig. 20, b) på snytet lång, korsar tvärintryckningen (a) och fortsätter utan avbrott på pannan. Barkborren smal och lång. Halsskölden nästan cylindrisk, tydligt längre än bred. Täckvingarnas längd större än deras dubbla bredd. L. 4,5—5 mm..... ***Hylastes ater*** Payk. (Svarta tallbastborren).

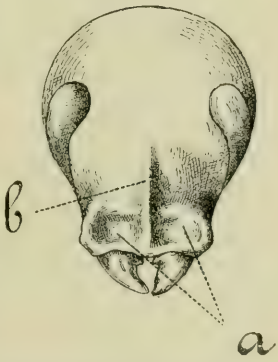


Fig. 20. *Hylastes ater* (Svarta tallbastborren). Huvudet.

Gör sina gångar på tallens rötter, stubbar och på liggande träd (vanligtvis på deras undersida).

Modergång längsgående, med täta äggfickor, börjar med en oregelbunden utvidgning i form av stövel. Vid svärmningen under sommaren avgnaga barkborrarna ej sällan unga tallars saftiga bark (näringsgnag). Påträffas i hela Sverige.

— Ytterst lik den föregående. Den kölformiga upphöjningen på snytet kort, sträcker sig vanligtvis ej till bakre kanten av tvärintryckningen; om den fortsätter på pannan, så är den dock avbruten vid tvärintryckningens bakkant. Halsskölden vanligtvis ej längre än bred, framtill starkare avsmalnande och med mera rundade sidor. Täckvingarnas längd tydligt större än deras dubbla bredd. Arten föränderlig. L. 3,5—4,5 mm... ***Hylastes cunicularius*** Er. (Svarta granbastborren).

Lever på granen. Levnadssätt samma som hos den föregående.

10. Punkteringen på täckvingarna djup. Mellanstrimmorna smalare än huvudstrimmorna; varje mellanstrimma med en rad mycket fina korta hår ända till täckvingarnas bas. L. 2—2,5 mm ..... * ***Hylastes attenuatus*** Er.

Lever på tallen[1], funnen i mellersta Europa och även i Finland.

— Punkteringen på täckvingarna mindre djup. Mellanstrimmorna ej smalare än huvudstrimmorna; varje mellanstrimma i täckvingarnas bakre halva med en rad och i främre delen med två oregelbundna rader mycket fina, korta hår..... 11.

11. Halsköldens längd lika med dess bredd. Halsskölden framtill avsmalnande, med rundade sidor. De matta täckvingarna svartfärgade, med bruna skulderknölar. Hårraderna mycket korta och märkbara endast på täckvingarnas bakre del. L. 2,5—3,5 mm ..... ***Hylastes opacus*** Er. (Lilla tallbastborren).

Lever på tallen[1]. Påträffas i hela Sverige.

— Liknar den föregående, men mera långsträckt. Halsskölden framtill ej så starkt avsmalnande, något längre än bred, med sidorna rundade. Täckvingarna svartbruna. På pannan alltid en kort intryckning i form av en längdrispa..... * ***Hylastes angustatus*** Herbst.

Lever på tallen, mera sällan granen[1]. I Europas bergstrakter.

12. Den tandade kanten vid täckvingarnas bas böjd och avbruten vid skutellen (fig. 21, A). Kroppen täckt med hår eller fjäll. Monogama arter. Borra under barr- och lövträdens bark enkla, längs- eller tvärgående, eller tvåarmade tvärgångar utan parningskammare ..... 13.

[1] Hos *H. attenuatus*, *H. opacus* och *H. angustatus* vanligtvis längsgående modergångar, ibland av oregelbunden form, ofta börjande med en utvidgning i form av en stövel. Larvgångarna starkt hoptrasslade.

— Den tandade kanten vid täckvingarnas bas rak och ej avbruten vid skutellen (fig. 21, B). Kroppen täckt med fina, enfärgade fjäll. Polygama arter. Leva uteslutande på barrträd och gnaga parningskammare med stjärngångar ..... 20.

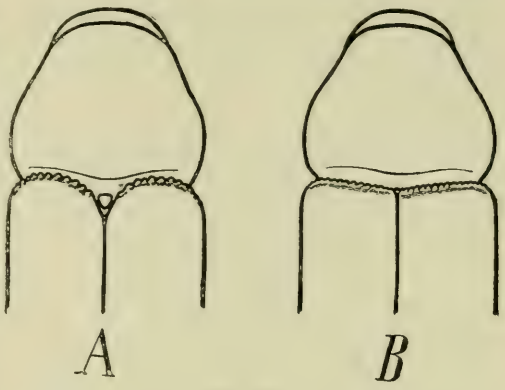


Fig. 21.

13. Täckvingar baktill från mitten så småningom nedåtböjda; bukprofil stigande mot spetsen, kroppen sålunda i profil konisk (fig. 22). Antennklubban tillspetsad, något hoptryckt från sidorna (fig. 16, c). På halsskölden små rynkor och upphöjningar, grövre på sidorna. Leva uteslutande på lövträd, huvudsakligen på asken. (*Hylesinus* Fabr.) ..... 14.

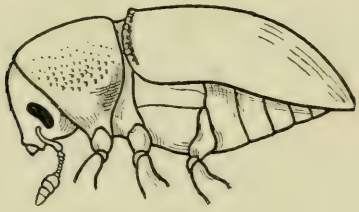


Fig. 22. *Hylesinus* sp.

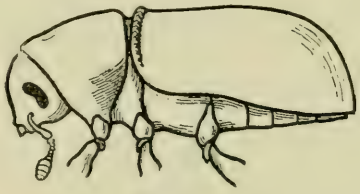


Fig. 23.

— Täckvingar baktill brant sluttande; bukprofilen mer eller mindre horisontal (fig. 23). Antennklubban klot- eller äggformig (fig. 16 a, b) eller intryckt vid sidorna och i spetsen avtrubbad (fig. 27) ..... 16.

14. Skalbaggarna svarta, kala eller håriga, men aldrig fjälliga ..... 15.

— Skalbaggar med täta, vitaktiga, gulaktiga eller bruna fjäll, vilka på täckvingarna bilda ett marmorliknande mönster (fig. 24). L. 2,5—3,2 mm ..... ***Hylesinus fraxini*** Panz. (Fläckiga askbastborren).

Leva nästan uteslutande på asken i mellersta och södra Sverige, angripa i mycket sällsynta fall syrenen, hasseln, eken och äppelträdet. Tvåarmiga, tvärställda modergångar. På tunna grenar kunna dessa gångar antaga sned- och ibland till och med längsriktning. Larvgångar korta, täta, berörande varandra, men ej hoptrasslade. Såväl modergångar som larvgångar djupt inskurna i splinten. Förpuppning under barken, i tunna grenar djupt i splinten.

Fig. 24. *Hylesinus fraxini.* (Fläckiga askbastborren).

15. Nästan kal, täckvingarna med grova punkter. Mellanrummen emellan punkterna såväl på själva huvudstrimmorna, som mellanstrimmorna med grova upphöjningar och rynkor. L. 4—5,6 mm ..... ***Hylesinus crenatus*** Fabr. (Svarta askbastborren).

Gör sina gångar under den tjocka barken på gamla askar, mera sällan på ekar och lönnar. Gångarna tvära, vanligtvis tvåarmiga, ibland enkla, sällan trearmiga, dock utan parningskammare. Gångens storlek mycket föränderlig. Den enkla gångens största längd ungefär 7 cm, den dubbla 8 cm. Vanligtvis äro dock gångarna kortare. Larvgångarna mycket långa, först längsgående, vinkelräta mot modergångarna, sedan gå de åt sidan, bliva än sneda, än tvära och hoptrasslade i olika riktningar. Påträffas i mellersta och södra Sverige.

— Betydligt mindre än den föregående. Färgen svart, men med ganska glesa, gulaktiga hår, på buksidan tilltryckta och på täckvingarna mera eller mindre upprättstående. Håren längs mittsömmen på täckvingarna däremot mycket täta, bildande ett sammetsliknande band. L. 2,2—3 mm.

* ***Hylesinus oleiperda*** Fabr. (Borstiga askbastborren).

Lever under barken på medelåldriga och unga askar. Gångsystemet liknar föregående arts, men gångarna äro mindre och skarpare avtryckta i splinten. Funnen förutom mellersta Europa även i Danmark.

16. 2:a och 3:e bröstsegmentens sidostycken med täta, silvervita hår, genom sin vita färg skarpt avstickande från andra bröstdelar, vilka äro betäckta med glesare och grövre borst (fig. 25). Antennklubban äggformig, tydligt tvåledad. Täckvingarna med ganska täta, korta, fina, tilltryckta hår och dessutom på mellanstrimmorna med längre, något upprättstående borst. Skalbaggen matt, rostbrun. L. 2—2,5 mm ..... * ***Hylastinus obscurus*** Marsh. (=***trifolii*** Müll.) (Klöverborren).

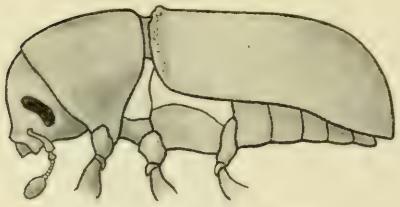


Fig. 25. *Hylastinus obscurus*. (Klöverborren).

Lever på *Trifolium*, *Spartium* och *Ulex europæus*. Funnen i Danmark, förutom mellersta Europa.

— Sidostyckena skilja sig ej genom sin färg skarpt ifrån övriga bröstdelar ... 17.

17. Halsskölden och täckvingarna med täta, tilltryckta, borstliknande fjäll; dessutom på mellanstrimmorna en rad upprättstående borst. På täckvingarna äro de tilltryckta borsten särskilt täta på de första mellanstrimmorna, bildande längs mittsömmen en ljus strimma.

Xylechinus pilosus Ratzb. (Randiga granbastborren).

Lever under den alldeles torra barken på döda eller döende granar. Modergången vågrät, tvåarmig, med utvidgning i mitten. Längsgående larvgångar. Påträffas i norra och mellersta Sverige.

— Barkborrar med glesa, upprättstående hår, genom vilka täckvingarnas och halssköldens glänsande yta synes ..... 18.

18. Halssköldens framkant i mitten inbuktad (fig. 26). Antennklubban hoptryckt från sidorna, i spetsen avtrubbad (fig. 27). Täckvingarnas mellanstrimmor med oregelbundna, grunda rynkor. Kroppen med ganska täta, långa, upprättstående, gulaktiga hår. Skalbaggen stor. L. 5,5—8 mm.

Dendroctonus micans Kugel.
(Jättebastborren).

Leva under den tjocka barken på gamla granar, angripa icke endast sjuka utan även fullt friska träd och hålla sig mest i stammens nedre del. Monogam. Larverna gnaga i barken och splinten s. k. familjegångar. Förekommer i hela Sverige.

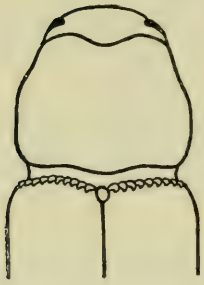


Fig. 26. *Dendroctonus micans* (Jättebastborren).

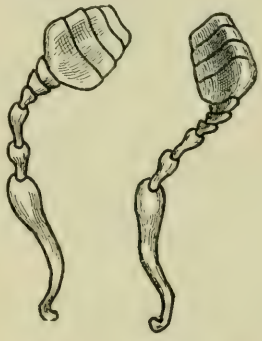


Fig. 27. *Dendroctonus micans* (Jättebastborren). Antennerna.

— Halssköldens framkant rak. Antennklubban från sidorna ej hoptryckt, äggformig (fig. 16, B). Täckvingarnas mellanstrimmor med en rad små upphöjningar. Kroppen glänsande, med glesa hår. Skalbaggen medellång, ej över 5 mm. (***Myelophilus*** Eichh.) ..... 19.

19. Täckvingarnas 2:a mellanstrimma på bakre sluttningen utan upphöjningar och något fördjupad (fig. 28). Täckvingar svartbruna. L. 3,5—4,7 mm ..... ***Myelophilus piniperda*** L.
(Större märgborren).

Lever på tallen, vanligtvis på stamdelar med tjock bark. Modergången längsgående, av olika längd. Larvgångarna långa, slingrande. Endast modergången avtryckt i splinten. Larvgångarna synliga endast på den avtagna barkens innersida. Förpuppning i barken. Näringsgnag i tallens unga, saftiga toppskott. Påträffas i hela Sverige.

— Täckvingarnas 2:a mellanstrimma på bakre sluttningen med små upphöjningar ända till själva spetsen, ej fördjupad (fig. 29). Täckvingarna vanligtvis rödbruna. L. 2,6—4,5 mm ..... ***Myelophilus minor*** Hart.
(Mindre märgborren).

Lever under den tunna barken på tallstammar. Modergången tvär, tvågrenad. Larvgångar glesa, korta. Förpuppning djupt i splinten. Näringsgnag som hos *M. piniperda*. Påträffas i hela Sverige men mera sällsynt norrut.

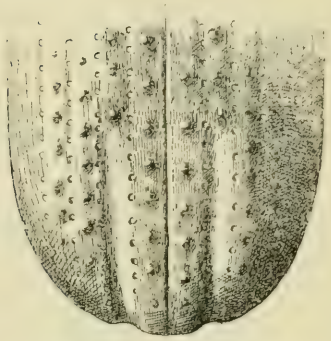


Fig. 28. *Myelophilus piniperda* (Större märgborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

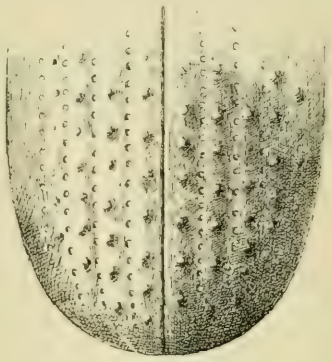


Fig. 29. *Myelophilus minor* (Mindre märgborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

20. Antennklubban hoptryckt från sidorna, bladformig, oledad (fig. 16, d). Ögonen delade. Kanten av täckvingarnas bas svagt upphöjd och fint tandad (fig. 30). Täckvingarnas mellanstrimmor baktill ej upphöjda (***Polygraphus*** Erichs.) ..... 21.

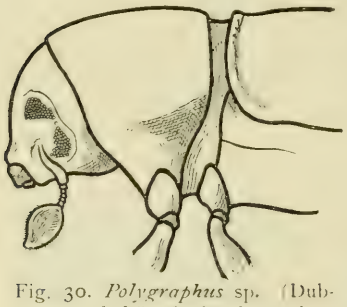


Fig. 30. *Polygraphus* sp. (Dubbel-ögade bastborren).

— Antennklubban ledad. Ögonen hela. Kanten av täckvingarnas bas mycket upphöjd och grovt tandad. 1:a och 3:e mellanstrimmorna baktill upphöjda, 2:a mellanstrimman baktill fördjupad (fig. 31, 32). (***Carphoborus*** Erichs.) 24.

21. Benen hos gamla skalbaggar bruna, låren mörkare, nästan svarta, endast tarserna gula. Antennklubban mycket stor, i spetsen avtrubbad. Lever på körsbärsträd. L. 3 mm
****Polygraphus grandiclava*** Thoms.

Lever i norra och mellersta Europa under körsbärsträdets bark.

— Antenner och ben gula. Leva uteslutande på barrträd ..... 22.

22. Mindre art. L. 1,8—2,2 mm. Huvudsköldens framkant rakt avskuren, utan inbuktning. Fjällen på täckvingarna lika långa som breda. Antennklubban i spetsen avrundad. L. 1,8—2,2 mm. ***Polygraphus subopacus*** Thoms. (Mindre dubbelögade bastborren.)

Angriper stående granar och förorsakar ofta enstaka träds död. Parningskammaren och de stjärnformigt utgående modergångarna löpa inuti barken. På den avrivna barkens inre sida synas blott larvgångarna och en och annan av modergångarnas tvärdelar. Påträffas i norra Sverige.

— Större art, till 3 mm. Huvudsköldens framkant svagt inbuktad, med slät, mer eller mindre upphöjd rand. Antennklubban något tillspetsad. Fjällen på täckvingarna tydligt längre än breda. Hit höra tvenne till sitt yttre nästan lika, dock i biologiskt hänseende olika arter ..... 23.

23. Borstraderna på mellanstrimmorna på täckvingarnas sluttande del knappt synliga. Borsten knappt längre än täckvingarnas fjäll. L. 2,2—3 mm.
Polygraphus poligraphus L.
(Större dubbelögade bastborren).

Angriper granen och mera sällsynt tallen, huvudsakligen stående träd. Gångar som hos föregående art, men något grövre. Påträffas i hela Sverige.

— Borstraderna på mellanstrimmorna tydliga. Borsten längre än täckvingarnas fjäll. Huvudstrimmorna djupare än hos föregående art och hos ej avnötta skalbaggar mer eller mindre synliga såsom smala, mörka strimmor. L. 2,3—3 mm ..... ***Polygraphus punctifrons*** Thoms.
(Nordliga dubbelögade bastborren).

Angriper nästan uteslutande liggande granar, mera sällan tallar. Från parningskammaren utgå uppåt och nedåt 3—6 relativt korta (3—7 cm) längsgångar, vilka tillsammans med parningskammaren äro ganska tydligt avtryckta i splinten. Dessa gångar likna ibland mycket gångarna hos några *Ips*-arter, t. ex. *Ips proximus*. Påträffas i norra Sverige.

24. 3:e mellanstrimman förenas baktill icke endast med den 9:e, utan även med den första mellanstrimman (fig. 32) ..... 25.

— 3:e mellanstrimman förenas endast med den 9:e mellanstrimman ... 26.

25. 1:a, 3:e, 5:e, 7:e och 9:e mellanstrimmorna upphöjda ända till täckvingarnas bas; 5:e och 7:e mellanstrimmorna avkortade (fig 31, 31). L. 1,7—1,9 mm. ..... ***Carphoborus rossicus*** Semenov
(Fårade bastborren).

Denna ytterst sällsynta art är förutom i Ryssland, Sibirien och Finland funnen även i Sverige (vid Backe och Ramsele i Ångermanland). Den håller till på stående, vanligtvis av *Polygraphus subopacus* dödade granar, mellan vars gångar den borrar sina egna, som även äro stjärnformiga men något djupare inskurna i splinten.

— Endast 1:a, 3:e och 9:e mellanstrimman på täckvingarnas bakre sluttning tydligt upphöjda. L. 1,4—1,7 mm... ****Carphoborus Cholodkovskyi***
Spessivtseff.

Funnen i östra Ryssland, Sibirien och Petrograds omgivningar på tallen och granen.

26. Endast 3:e mellanstrimman baktill på täckvingarna med knappt märkbara, mycket små upphöjningar. Skalbaggarna svarta, med gråa eller gulaktiga fjäll. L. 1,2—1,5 mm ..... ****Carphoborus minimus*** Fabr.

Lever i mellersta Europa och mellersta Ryssland uteslutande på tallen.

1:a, 3:e, 5:e 7:e och 9:e mellanstrimman baktill på täckvingarna med tydliga tandformade upphöjningar. Skalbaggarna mörkbruna. L. 1,8—2,1 mm ..... * ***Carphoborus Teplouchovi*** Spessivtseff.

Funnen på granen och silvergranen i nordöstra Ryssland och Sibirien.

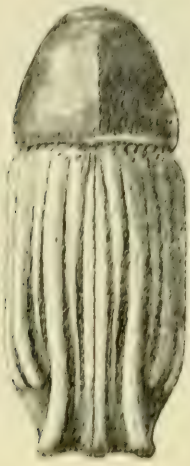


Fig. 31. *Carphoborus rossicus* (Färade bastborren).

Fig. 32. *Carphoborus rossicus* (Färade bastborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

27. Halsskölden och täckvingarna glänsande. Punkterna på huvudstrimmorna runda ..... 28.

Halsskölden matt. Punkterna på huvudstrimmorna utdragna i tvärriktning. På hanens täckvingar rader av fina, korta hår. Hos honan äro dessa hår på täckvingarnas bakre sluttning tätare och längre. L. 1,1—1,2 mm. ***Crypturgus cinereus*** Herbst. (Glanslösa dvärgborren).

Allmän under barken på gran och tall i hela Sverige, norra och mellersta Europa och Ryssland.

28. Täckvingarnas mellanstrimmor med rader av mycket fina och korta hår, synliga endast vid stark förstoring..... 29.

Täckvingarnas mellanstrimmor med rader av tydliga, upprättstående, borstliknande, gulvita hår. L. 1,3 mm ..... ***Crypturgus hispidulus*** Thoms. (Häriga dvärgborren).

Funnen endast i Sverige (och på Tyroler-alperna?).

29. Halsskölden med fina punkter. Punkterna på huvudstrimmorna ej djupa och ej berörande varandra. L. 1—1,1 mm..... ***Crypturgus pusillus*** Gyll. (Vanliga dvärgborren).

Påträffas allmänt under barken på gran och tall i hela Sverige, norra och mellersta Europa och Ryssland.

— Lik den föregående. Halsskölden med tät punktering. Punkterna på huvudstrimmorna täta. Mellanstrimmorna mycket smala, upphöjda. L. 1 mm ..... * ***Crypturgus Maulei*** Roubal.

Mycket sällsynt. Funnen i Ryssland och Sibirien.

III. IPINI *(Äkta barkborrar)*.

A. Täckvingarna baktill antingen fullkomligt normalt avrundade (fig. 34, 36, 40), eller något tillplattade (fig. 42, 50), eller också äro några mellanstrimmor (vanligtvis den 2:a mellanstrimman) baktill på täckvingarna fördjupade i form av rännor, vilka dock *ej bilda en gemensam urgröpning* (fig. 48, 51, 52). I alla dessa fall, hava mellanstrimmorna baktill på täckvingarna ofta mer eller mindre spetsiga upphöjningar ..... 2 (s. 35)

B. Täckvingarna hava baktill *en gemensam urgröpning* med tydligt markerade kanter, som äro tandade eller försedda med upphöjningar (fig. 53, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 66, 68) ..... 26 (s. 27)

C. Täckvingarna hava baktill två breda rännor längs mittsömnen, vilka *bilda en gemensam urgröpning* (fig. 70, 72, 73, 74), vars kanter likna breda, avrundade valkar, ibland med knappt märkbara korniga upphöjningar och glesa hår. ..... 40. (s. 35)

2. Halsskölden högvälvd, kapuschongliknande, i främre hälften med grövre knölar, vanligtvis grupperade i en trekantig fläck (fig. 34, 35, 36, 37). Täckvingarna baktill normalt avrundade, utan upphöjningar[1]. Små skalbaggar, högst 2 mm. ..... 3.

— Halsskölden mer eller mindre högvälvd, med regelbundet ordnade små upphöjningar, vilka i riktning mot halsköldens bas bliva allt mindre och slutligen i halsköldens bakre del övergå till punkter. Mera sällan sträcka sig dessa upphöjningar till halsköldens bakkant. Skalbaggarna medelstora, vanligtvis överstigande 2 mm ..... 10.

3. Täckvingarne med korta, borstliknande hår. Antennklubban långsträckt och tillspetsad. Antennsnärt 4-ledad. Leva på *Populus* och *Almus* [*Trypophloeus* Fairm. (*Glyptoderes* Erichh.)]. ..... 4.

— Täckvingarne med fina fjäll, bland vilka på mellanstrimmorna finnas rader av grövre, borstliknande fjäll eller fina, glesa hår. Antennklubban äggformig eller klotrund. Antennsnärt 5-ledad. Somliga arter leva på lind och bok, andra på barrträd. ..... 6.

4. Täckvingarna högst dubbelt så långa som deras sammanlagda bredd.

[1] Endast ♂♂ *Trypophloeus asperatus* och *Trypophloeus granulatus* hava två upphöjningar (fig. 33).

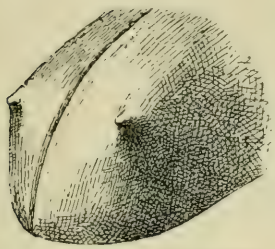


Fig. 33. *Trypophloeus asperatus* (Aspborren) Hane. Täckvingarnas bakre sluttning.

Hos hanarna täckvingarnas bakre sluttning med två små kägelformiga tänder (fig. 33). ..... 5.

— Täckvingarna två och en halv gång så långa som deras sammanlagda bredd. Täckvingarnas sluttande del hos båda könen slät, utan några tänder. Kroppen lång, cylinderformig. Skalbaggen svartbrun. L. 1,5 mm..... * ***Trypophloeus alni*** Lindem. (Alborren).

Funnen i mellersta och norra Ryssland under barken av algrenar.

5. Täckvingarnas bakre sluttning börjar hos båda könen först långt bakom täckvingarnas mitt. Täckvingarna med fina, punkterade strimmor och glesa, korta, upprättstående, borstliknande hår, vilka på täckvingarnas bakre sluttning stå på mycket små, kornformiga upphöjningar. Skalbaggar svarta. L. 1,5—2,1 mm. ..... ***Trypophloeus granulatus*** Ratz. (Poppelborren).

Lever under aspens, poppelns och mera sällan under pilens bark. Påträffas i södra Sverige.

— Täckvingarnas bakre sluttning börjar hos hanarna från täckvingarnas mitt. Täckvingarna nästan släta; deras borstliknande hår finare och kortare. Täckvingarnas sluttande del saknar upphöjningar. Skalbaggarna svartbruna. L. 1,2—1,6 mm ..... ***Trypophloeus asperatus*** Gyll. (Aspborren).

Leva på samma träd som den föregående. Påträffas i södra och mellersta Sverige.

6. Förutom fina, täta fjäll finnas på mellanstrimmorna enkla rader av glesa, fina och korta, upprättstående hår. Halssköldens framkant utan tydliga tänder. Halssköldens *med tydligt avsatt sidokant* (fig. 34).

Skalbaggarna leva uteslutande på barrträd (***Cryphalus*** Erichs.)..... 7.

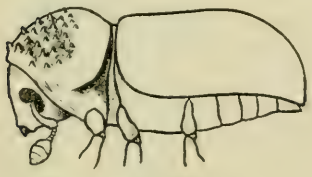


Fig. 34. *Cryphalus* sp.

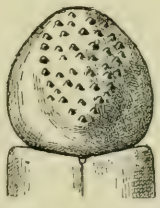


Fig. 35. Halssköldenav *Cryphalus* sp.

— Förutom fina, täta fjäll finnas på mellanstrimmorna enkla rader av grövre fjäll. Halssköldens framkant tydligt tandad (fig. 36, 37); dess sidor

utan skarp kant (fig. 36). Skalbaggarna leva uteslutande på lövträd (lind, bok och avenbok) (***Ernoporus*** Thoms.) ..... 8.

7. Täckvingarna med otydligt punkterade och fördjupade strimmor, som ibland fullständigt saknas. Beckbrun, ljusare på täckvingarnas spets. L. 1,5—2 mm ..... ***Cryphalus saltuarius*** Wse. (Släta granborren).

Lever på grangrenar, i mycket sällsynta fall på tallgrenar. Honan borrar under barken oregelbundna hålor, där hon lägger sina ägg i högar. Larverna borra särskilda, mycket hoptrasslade gångar. Påträffas i norra, mera sällan i mellersta Sverige.

— Liknar mycket den föregående. Täckvingarna med tydligt punkterade och fördjupade strimmor, som endast på täckvingarnas bakre sluttning äro mindre tydliga. Beckbrun. L. 1,3—1,8 mm ..... ***Cryphalus abietis*** Ratz. (Strimmiga granborren).

Gångar likadana och på samma träd som hos den föregående. Påträffas i hela Sverige.

8. Täckvingarna långa, smala, $2^1/_2$ gång så långa som deras sammanlagda bredd. Halssköldens upphöjningar knappt ordnade i tvärgående rader. L. 1,5—2 mm ..... ***Ernoporus fagi*** Fabr. (Bokborren).

Lever på bokens grenar. Finnes i södra Sverige.

— Täckvingarna korta, $1^3/_4$—2 gånger så långa som deras sammanlagda bredd ..... 9.

9. Halssköldens upphöjningar grova, ordnade i regelbundna tvärrader (fig. 36, 37). Täckvingarna knappt $1^3/_4$ gång så långa som deras samman-

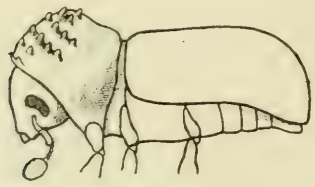


Fig. 36. *Ernoporus tiliæ* (Lindborren).

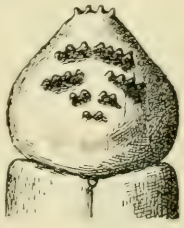


Fig. 37. Halssköldden av *Ernoporus tiliæ* (Lindborren).

lagda bredd. L. 1,1—1,5 mm ..... ***Ernoporus tiliæ*** Panz. (Lindborren).

Lever på lindens, sällan på bokens grenar och gnager korta, tvåarmade tvärgångar. Påträffas i södra och mellersta Sverige.

— Halssköldens upphöjningar små, ordnade i mindre regelbundna tvärrader. Täckvingarna precis dubbelt så långa som deras sammanlagda bredd. L. 1,5 mm .... * ***Ernoporus caucasicus*** Lind.

Lever på linden, sällan på almen. Funnen i mellersta Europa samt även i Danmark.

10. Halssköldén svagt välvd; dess profil böjer sig regelbundet från basen till spetsen (fig. 38) .... 11.

— Halssköldén antingen högvälvd (fig. 40, 42) eller endast framtill böjd nedåt i mer eller mindre tydlig vinkel. (Fig. 47, 49.) ..... 16.

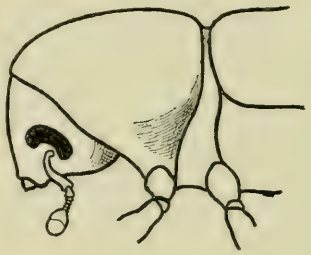


Fig. 38. *Dryocoetes* sp. Halssköldens profil.

11. Halssköldens upphöjningar täta, sträckande sig till halssköldens bakkant. Ibland — och endast i mitten av halssköldens basdel — övergå dessa upphöjningar till punkter. Halssköldén saknar en *tydlig,* upphöjd längslinie i mitten. Punkteringen på huvudstrimmorna grövre än på mellanstrimmorna. (***Dryocoetes*** Eichh.) ..... 12.

— Halssköldén baktill punkterad, vid basen med en tydlig, upphöjd, slät längslinie. Huvudstrimmornas punkter ungefär lika stora som i mellanstrimmornas. (***Lymantor*** Löwendal)..... ..... 15.

12. På täckvingarnas bakre sluttning är 1:a huvudstrimman knappt djupare än de övriga. Skalbaggarna leva uteslutande på barrträd .... 13.

— På täckvingarnas bakre sluttning är 1:a huvudstrimman betydligt djupare än de övriga. Skalbaggarna leva på lövträd .... 14.

13. Halssköldén har i mitten, baktill fristående, varandra ej berörande punkter; ytan mellan dem är slät. Huvudstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning med stora, cirkelrunda punkter. L. 3—4 mm. ***Dryocoetes autographus*** Ratz. (Håriga barkborren.)

Förekommer på granar liggande i skuggan eller på fuktiga ställen. Modergångar enkla, längsgående, börja vanligtvis med en utvidgning av oregelbunden form. Larvgångar starkt hoptrasslade. Påträffas i hela Sverige.

— Liknar mycket den föregående, men punkterna i mitten av halssköldens basdel äro mindre, täta, beröra varandra och ytan mellan dem är icke slät. Huvudstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning med små punkter, närmast liknande knappnålsstick. L. 3—4 mm ... ***Dryocoetes hectographus*** Reitt. (Nordliga barkborren).

Funnen i norra Sverige på gran, ofta i sällskap med *Dryocoetes autographus.*

14. Huvudstrimmorna längs mittsömmen på täckvingarnas bakre sluttning mycket djupa, i mitten svagt utvidgade. Punkteringen på täckvingarna grov. Halsskölden utan upphöjd mittlinie. Skalbaggen rostbrun, med långa, gulaktiga hår. L. 2,5—3,3 mm ..... ***Dryocoetes villosus*** Fabr. (Ekbarkborren).

Lever under ekens tjocka bark, ibland även på boken. Från parningskammaren utgå flera modergångar i stammens tvärriktning. Påträffas sällsynt i södra Sverige.

— Huvudstrimmorna längs mittsömmen på täckvingarnas bakre sluttning mindre djupa. Punkteringen på täckvingarna finare. Halsskölden har i mitten vid basen en rätt otydlig, men vid sidobelysning synlig, upphöjd fin linie. Halsskölden svartbrun. Täckvingarna roströda. Antenner och fötter gula. Skalbaggen med glesa hår. L. 2—2,6 mm ***Dryocoetes alni*** Georg. (Albarkborren).

Borrar under alens, mera sällan under hasselns bark oregelbundna, företrädesvis längsgående modergångar. Funnen i södra och mellersta Sverige.

15. Täckvingarnas bakre sluttning platt, dess huvudstrimmor längs mittsömmen breda, släta. L. 1,8—2,2 mm ..... * ***Lymantor coryli*** Perr. (Hasselbarkborren.)

Lever på hassel, mera sällan på avenbok, ek och äppelträd. Tvärgående modergångar, djupt inskurna i splinten. Utom i mellersta Europa och Ryssland även funnen i Danmark.

— Täckvingarnas bakre sluttning ej platt, dess huvudstrimmor längs mittsömmen tydligt punkterade samt ej så breda. L. 1,6—2 mm. * ***Lymantor aceris*** Lind (Lönnbarkborren).

Lever på lönnens smala grenar, i sällsynta fall på häggen. Modergångarna längsgående, oregelbundna, tränga djupt in i splinten. Påträffas i mellersta Europa och Ryssland.

Fig. 39. *Xyloterus* sp. (Randiga vedborren).

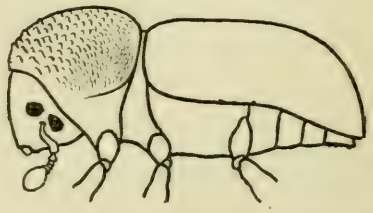


Fig. 40. *Xyloterus lineatus* (Randiga barrvedborren). Hona.

16. Gamla skalbaggar tvåfärgade: halsskölden antingen helsvart eller delvis svartfärgad; täckvingarna gula med svarta, ibland mycket breda, längsgående ränder (fig. 39). Halsköldens tvärliggande knölar, som i riktning mot dess bas bli allt mindre, sträcka sig ända till bakkanten. Ögonen delade (fig. 40). Antennklubban oledad, hoptryckt från sidorna, bladformig (fig. 41). (***Xyloterus*** Erichs.) ..... 17.

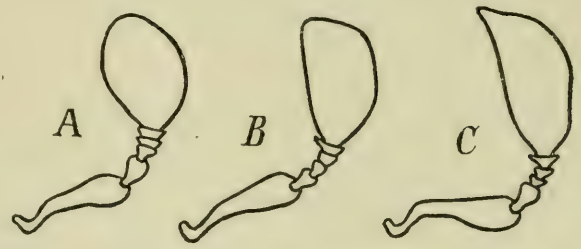


Fig. 41. Antennerna av *X. lineatus* (A), *X. signatus* (B), *X. domesticus.* (C).

— Skalbaggarna alltid enfärgade. Halsskölden baktill glatt eller punkterad. Ögonen hela. Antennklubban ledad ..... 19.

17. Täckvingarnas bakre sluttning ganska tätt klädd med korta, tilltryckta hår; dess 1:a huvudstrimma tydligt men svagt fördjupad. Täckvingarnas spets utdragen i en vinkel. Antennklubban tillspetsad i form av en tand (fig. 41, C.) L. 3—3,5 mm ..... ***Xyloterus domesticus*** L. (Husborren).

Lever i veden på olika lövträdsarter. Dess gångar likadana som hos den följande *(X. lineatus)*, men ingångskanalen något längre och modergångarnas grenar korsa trädens årsringar under en större vinkel. Påträffas i södra och mellersta Sverige.

— Täckvingarnas bakre sluttning med glesa hår, nästan kal; dess 1:a huvudstrimma ej fördjupad. Täckvingarnas spets rundad ..... 18.

18. Huvudstrimmorna på täckvingarna med små punkter, vilka på täckvingarnas bakre sluttning bliva ännu mindre, men även här äro ordnade i regelbundna rader. Antennklubban i spetsen rundad (Fig. 41, A). L. 3,8—3,3 mm ..... ***Xyloterus lineatus*** Oliv. (Randiga barrvedborren.)

Lever i veden på tallen och granen. En vågrät kort ingång löper vinkelrätt mot ytan in i veden. Gången grenar sig i två modergångar, som likaledes löpa vågrätt åt båda sidorna nästan parallellt med årsringarna. Vinkelrätt mot modergångarna löpa uppåt och nedåt korta, omkring 4 cm långa larvgångar. Gamla gångar äro alltid svartfärgade av ambrosiasvampar, varmed skalbaggarna och larverna livnära sig. Påträffas i hela Sverige.

— Huvudstrimmorna på täckvingarna med grövre punkter, vilka på sidorna och på den bakre sluttningen sitta mer eller mindre oregelbundet. Antennklubban trubbigt tillspetsad (fig. 41, B). L. 3,2—3,8 mm ... * ***Xyloterus signatus*** Fabr. (Randiga lövvedborren).

Lever i veden på olika lövträd, allmännast i alen. Gångarna nästan lika-

dana som hos *X. domesticus*. Finnes i nästan hela Europa och Ryssland, även funnen i Danmark.

19. Hanarna och honorna skilja sig till form och storlek föga ifrån varandra; hos honorna pannan med en tjock borste av gulaktiga hår. Halssköldens sidor med svaga, sneda intryckningar. Skalbaggarna borra gångar under bokens, mera sällan avenbokens och ekens bark. L. 1,6—2,3 mm.

Taphrorychus bicolor Hrbst.
(Bokbarkborren).

I boken utgå från parningskammaren, huvudsakligen i längdriktningen, oregelbundna, i form av ett renhorn utgrenade modergångar. Larvgångarna nätliknande ihoptrasslade. I eken och avenboken gå modergångarna i tvärriktning. Finnes i södra Sverige.

— Skalbaggar med skarpt utpräglad könsdimorfism. Hanarna oförmögna att flyga, mycket sällsynta, genom sin form och ringa storlek skarpt skilda från honorna. Pannan hos honorna med glesa hår. Halssköldens sidor utan sneda intryckningar. Skalbaggarna borra sina gångar i veden, med undantag av *Xyleborus cryptographus*, som lever under aspens bark ..... 20.

20. Halssköldens ej längre än bredden, starkt välvd (fig. 42); dess framkant tydligt tandad. Täckvingarna nästan från mitten nedåtböjda; deras

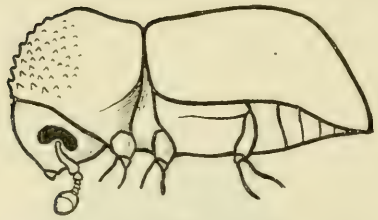


Fig. 42. *Anisandrus dispar* (Svarta vedborren). Hona.

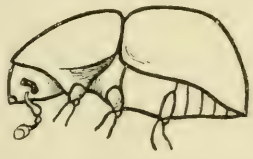


Fig. 43. *Anisandrus dispar* (Svarta vedborren). Hane.

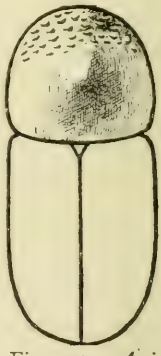


Fig. 44. *Anisandrus dispar* (Svarta vedborren). Hona.

bakre sluttning något tillplattad. Gamla skalbaggar svartbruna, nästan svarta, antenner och ben gula. L. 3 mm ..... ***Anisandrus dispar*** Fabr. (hona)
(Svarta vedborren).

[Hanen (fig. 43, 45) är mindre (2 mm), omvänt äggrund och hårig. Halssköldén tillplattad.]

Lever i veden på olika lövträd; påträffas sällan på tallen. Ingångskanalen fördjupad till 6 cm, och utgå därifrån i olika riktningar några korta gångar; äggen läggas i högar; larverna borra inga särskilda gångar, livnära sig av växtens saft och ambrosiasvampar. Funnen i mellersta och södra Sverige.

— Halssköldеn vanligen längre än bredden (fig. 48, 51) mindre högvälvd (fig. 47, 49), dess framkant icke tandad. Täckvingarna bakom mitten nedåtböjda. (*Xyleborus*. (Hona.)..... 21.

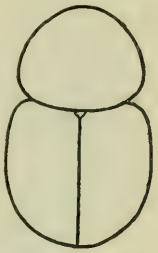


Fig. 45. *Anisandrus dispar* (Svarta vedborren). Hane.

21. Halssköldеn längd nästan lika med dess bredd. Halssköldens sidor avrundade (fig. 46). Täckvingarnas bakre sluttning med tydligt punkterade huvudstrimmor; mellanstrimmor med en rad mindre upphöjningar, 2:a mellanstrimman svagt intryckt (fig. 46). L. 2,1—2,7 mm.

Xyleborus cryptographus Ratz. (Aspbarkborren).

[Hanen 2 mm, platt; halssköldеn slät, glänsande, avlång-fyrkantig; punkteringen på täckvingarna otydlig.]

Lever på aspen och poppeln. I motsats till alla övriga europeiska *Xyleborus*-arter borrar denna skalbagge oregelbundna gångar under barken, där den lägger äggen i högar. Larverna borra icke några särskilda gångar, utan livnära sig av ambrosiasvampar. Funnen på Gottska Sandön och i Västmanland.

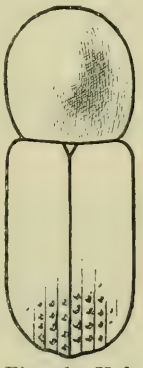


Fig. 46. *Xyleborus cryptographus* (Aspbarkborren).

— Halssköldens längd betydligt större än dess bredd. Halssköldens sidor parallella (fig. 48, 51)..... 22.

22. Halssköldens framkant nästan lodrätt stupande (fig. 47); halssköldеn synes därför uppifrån vara nästan fyrkantig (fig. 48). De 1:a och 3:e mellanstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning med ganska höga upphöjningar; 2:a mellanstrimman något fördjupad och upphöjningarna där knappast märkbara. L. 4 mm ..... * ***Xyleborus eurygraphus*** Ratz (hona) (Tallvedborren).

[Hanen 3 mm. Halssköldеn framtill avrundad och dess framdel fördjupad.]

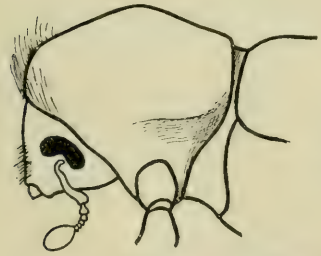


Fig. 47. *Xyleborus eurygraphus* (Tallvedborren). Hona Halssköldеn.

Lever i tallens ved. Från ingångskanalen utgå sidogrenar, där äggen läggas. Inga larvgångar. Finnes i mellersta Europa.

— Halssköldens framkant ej brant stupande (fig. 49), synes därför uppifrån vara avrundad (fig. 51) ..... 23.

Fig. 48. *Xyleborus eurygraphus* (Tallvedborren).

23. Täckvingarnas bakre sluttning platt och nästan slät; fyra större upphöjningar, två på var sida om mittsömmen, bilda nästan en kva-

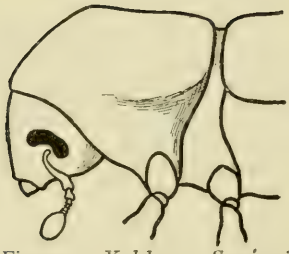


Fig. 49. *Xyleborus Saxéseni* (Bruna vedborren). Hona. Halsskölden.

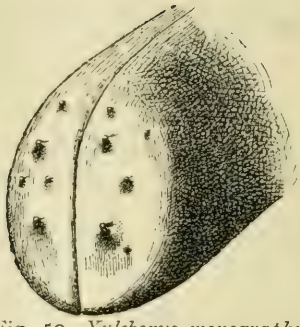


Fig. 50. *Xyleborus monographus* (Plattade lövvedborren). Hona. Täckvingarnas bakre sluttning.

drat; dessutom mellan dem flera mindre upphöjningar (fig. 50). L. 3—3,5 mm. ***Xyleborus monographus*** Fabr. (hona) (Plattade lövvedborren).

[Hanens längd omkring 2 mm. Halsköldens framtill inklämd och utdragen i form av ett mindre horn.]

Lever i veden på gamla ekar, mera sällan i boken och almen. Den krökta huvudgången och ifrån densamma till höger och vänster utgående grenar ligga på en yta vinkelrätt mot stammens längsaxel. Inga larvgångar. Funnen i södra Sverige.

Fig. 51.

— Åtminstone 1:a och 3:e mellanstrimmorna fortsätta på täckvingarnas bakre sluttning och äro här något upphöjda och försedda med en rad knölliknande upphöjningar (fig. 50, 52) 24.

24. Huvudstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning tydliga, 1:a, 2:a och 3:e mellanstrimmorna med upphöjningar. L. 2,4—2,7 mm..... ****Xyleborus dryographus*** Ratz. (hona) (Ekvedborren).

[Hanens längd omkring 2 mm. Halsköldens framtill inklämd och utdragen med en tandformig avslutning.]

Lever i ekens, mera sällan i bokens och almens ved. Dess gångar mycket lika den föregående barkborrens gångar, och skilja sig ifrån desamma endast genom något mindre storlek.

— Huvudstrimmorna på täckvingarnas bakre sluttning icke så tydliga, som hos den föregående arten; 2:a mellanstrimman baktill fördjupad och slät. 1:a, 3:e och de följande mellanstrimmorna med upphöjningar (fig. 51, 52)..... 25.

25. Halsköldens baktill mycket fint punkterad. 2:a mellanstrimman på täckvingarnas bakre sluttning matt. L. 2,3—2,5 mm ***Xyleborus Saxeseni*** Ratz. (hona) (Bruna vedborren).

[Hanen 1,7—2,2 mm. Halsskölden och hela skalbaggen något tillplattad och mera långhårig än hos honan.]

Lever i veden på olika löv- och barrträd. Ingångskanalen går först vinkelrätt mot ytan i veden och vänder sedan åt sidan. Äggen läggas i högar. Larverna borra uppåt och nedåt en sammanhängande platt håla av oregelbunden form, vars bredd något överstiger modergångens bredd. Funnen i södra Sverige.

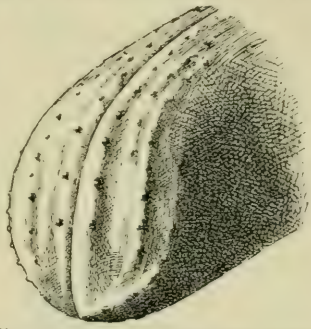


Fig. 52. *Xyleborus Saxeseni* (Bruna vedborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

— Mycket lik den föregående. Punkteringen på halsskölden baktill något grövre. 2:a mellanstrimman på täckvingarnas bakre sluttning glänsande. L. 2,8—3,5 mm ..... * ***Xyleborus Pfeili*** Ratz. (hona) (Alvedborren).

[Hos hanen halsskölden framtill tandformigt utdragen. Kroppen plattare. L. 2,1—2,7 mm.]

Lever på alen, mera sällan på aspen, vanligtvis på träd, som temporärt översvämmas av vatten. Gångarna i veden. Från ingångskanalen utgå gaffelformigt ganska långa (till 13 cm) grenar, där honan lägger sina ägg. Inga larvgångar. Finnes i hela Europa.

26. Små skalbaggar, från 1,5 till 2,5 mm. Halsskölden baktill i mitten med en slät, upphöjd linie, tydligt synlig vid sidobelysning. Tänderna på täckvingarnas bakre sluttning utgöras antingen av en krökt tand på den *lodräta* urgröpningens övre kant (fig. 53), ibland dessutom med en mer eller mindre vass tand i mitten (fig. 54), eller på *den sakta sluttande* urgröpningens kanter av tre tänder eller upphöjningar av nästan samma storlek (fig. 55). (***Pityogenes*** Bedel) ..... 27.

— Skalbaggarna i de flesta fall större än 2,5 mm. Halsskölden baktill utan upphöjd, slät linie eller med knappast märkbar sådan. Tänder och upphöjningar på urgröpningens kanter placerade på annat sätt. (***Ips*** De Geer) ..... 32.

27. Den *lodräta urgröpningens* vassa, yttre kanter hava upptill en krökt tand (fig. 53, 54) ..... 28.

— Den *sakta sluttande urgröpningens* valkformiga kanter hava tre jämna tänder (fig. 55), hos honan mindre och ofta ersatta av knölformiga upphöjningar ..... 29.

28. På urgröpningens yttre kanter upptill en stor, krökt tand (fig. 53). L. 2—2,5 mm ..... ***Pityogenes bidentatus*** Fabr. (hane) (Tvåtandade barkborren).

Borra gångar under tallens tunna bark, huvudsakligen på dess grenar. I sällsynta fall angripa de granen. Från parningskammaren utgå stjärnformigt 3—8 gångar, vilka på grenarna äro längsgående. Såväl parningskammaren, som modergångarna djupt intryckta i splinten, vanligtvis fria från borrmjöl. Påträffas i hela Sverige.

— Förutom den krökta tanden finnes mitt på urgröpningens kant en vass, konisk tand (fig. 54). L. 1,8—2,2 mm.

Pityogenes quadridens Hart. (hane)
(Fyrtandade barkborren).

Gångar nästan likadana som hos den föregående; de äro något mindre och vanligtvis icke så djupt intryckta i splinten; modergångar vanligtvis fyllda med borrmjöl. Påträffas i hela Sverige.

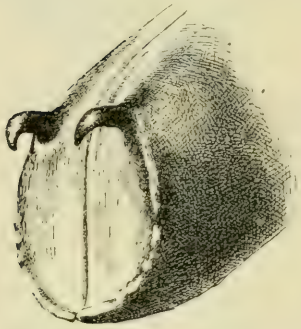


Fig. 53. *Pityogenes bidentatus* (Tvåtandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

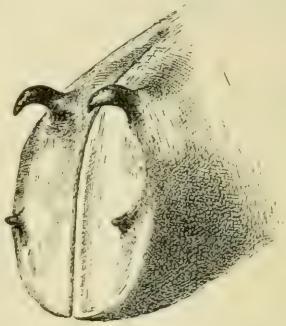


Fig. 54. *Pityogenos quadridens* (Fyrtandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

29. Punktstrimmor mycket fina, på täckvingarnas spets otydliga. 2:a tanden på täckvingarnas urgröpning står nästan mitt emellan den första och den tredje tanden (fig. 55). *Hos honan på pannan ovanför munnen*[1] *en djup, halvcirkelformig urgröpning.* En av de mest spridda och ofta förekommande granbarkborrarna ..... ***Pityogenes chalcographus*** L.
(Sextandade barkborren).

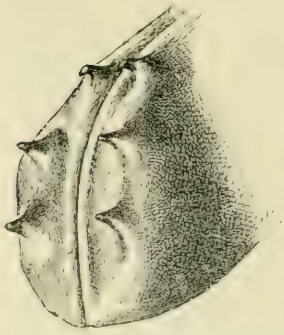


Fig. 55. *Pityogenes chalcographus* (Sextandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

Lever på grangrenar och under granstammens tunna bark samt påträffas även på tallen. Från parningskammaren, som vanligtvis är gömd inuti barken, utgå stjärnformigt 3—7 modergångar, vilka därefter bliva tvärställda. Modergångarna och de nästan i längdriktning gående larvgångarna skarpt avtryckta på barkens inre yta och delvis även i splinten. Påträffas i hela Sverige.

— Punktstrimmor tydligare, fortsätta ända till täckvingarnas spets. 2:a tanden på urgröpningen placerad närmare den 1:a än den 3:e tanden. Om urgröpning finnes på honans panna, är den ej halvcirkelformig. Mycket sällsynta arter ..... 30.

30. Avståndet mellan 2:a och 1:a tanden hälften av avståndet mellan 2:a och 3:e. Hos honan 1:a tanden knappt synlig. *Pannan hos honan utan urgröpning.* L. 2,2—2,5 mm..... * ***Pityogenes monacensis*** Fuchs.

Denna mycket sällsynta art är förutom i Tyskland även funnen i Finland och Sibirien. Lever på tallen, under vars tunna bark den borrar stjärnformiga gångar.

— Avståndet mellan 2:a och 1:a tanden antingen $1^1/_2$ gång eller endast obetydligt mindre än avståndet mellan 2:a och 3:e tänderna ..... 31.

31. Punkterna på de något fördjupade huvudstrimmorna större än på mellanstrimmorna. Avståndet mellan 2:a och 1:a tanden $1^1/_2$ gång mindre än avståndet mellan 2:a och 3:e. *Hos honan en rund, djup urgröpning i mitten av pannan.* L. 2,2—2,5 mm ..... * ***Pityogenes trepanatus*** Nördl.
(= *P. elongatus* Löwendal
= *P. austriacus* Wachtl).

Borrar på tallens grenar stjärnformiga gångar. Från den djupt i splinten avtryckta parningskammaren utgå vanligtvis 3 mycket slingrande modergångar. Förpuppningen djupt i splinten. Förutom i mellersta Europa funnen i Norge och Danmark.

— Täckvingarnas huvudstrimmor tydliga, men deras punkter av ungefär samma storlek som mellanstrimmornas mera glesa punkter. Den 2:a tanden på urgröpningens kant står obetydligt närmare den 1:a än den 3:e tanden. *Honans panna har upptill en djup urgröpning.* L. 2—2,4 mm.
* ***Pityogenes Saalasi*** Eggers

Funnen i Finland under grangrenars bark.

32. Urgröpningen *sakta* sluttande; börjar med en grund ränna nästan mitt på täckvingarna och utvidgar sig så småningom bakåt. *Täckvingarnas spets utdragen i horisontal riktning* (fig. 56, 57, 58, 59) ..... 33.

— Urgröpningen *brant* sluttande; börjar långt bakom täckvingarnas mitt. *Täckvingarnas spets ej utdragen* (fig. 62, 66, 68) .... 36.

33. Täckvingarnas urgröpning med 3 tänder på var sida, varav den nedersta är störst och hos hanen tvådelad, den 2:a betydligt mindre och den 1:a vanligtvis så liten, att den knappast är synlig (fig. 56). L. 2,4—3,7 mm.
Ips acuminatus Gyll.
(Skarptandade barkborren).

Lever under tallens och i undantagsfall under granens tunna bark. Gångar stjärnformiga. Från parningskammaren utgå i längdriktning uppåt och nedåt flera (ibland mer än 10) mycket långa modergångar, fyllda med borrmjöl. Modergångarna och parningskammaren skarpt avtryckta i splinten. Larvgångarna korta, vinkelräta mot modergången, på stora avstånd ifrån varandra. Funnen i norra Sverige och i Småland.

— Täckvingarnas urgröpning med minst 4 tänder på var sida ..... 34.

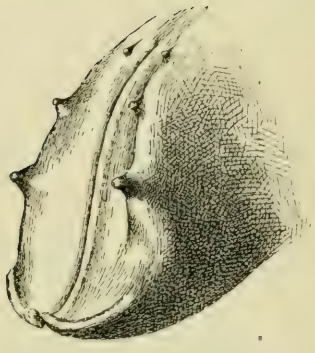


Fig. 56. *Ips acuminatus* (Skarptandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

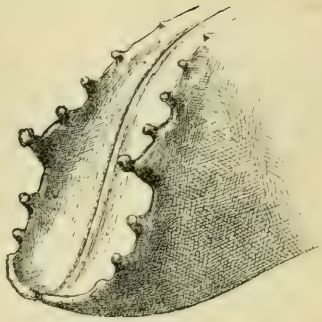


Fig. 57. *Ips sexdentatus* (Tolvtandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

34. Täckvingarnas urgröpning med 6 tänder på var sida, varav den 4:e är störst och har en med den 3:e gemensam bas (fig. 57). Den största av de äkta barkborrarna. L. 6,2—7,8 mm ..... ***Ips sexdentatus*** Boern.
(= *stenographus* Duft)
(Tolvtandade barkborren)

Håller sig under tjock bark på tallar, och i sällsynta fall på granen. Från parningskammaren utgå två, fre och ibland fyra mycket långa, ända till 40 cm, längsgående modergångar. Larvgångarna i jämförelse med modergångarna korta, mycket utvidgade och ofta sammanflytande i spetsen. Påträffas i hela Sverige.

— Täckvingarnas urgröpning med 4 tänder på var sida, varav den 3:e är störst (fig 58, 59). L. till 5,5 mm ..... 35.

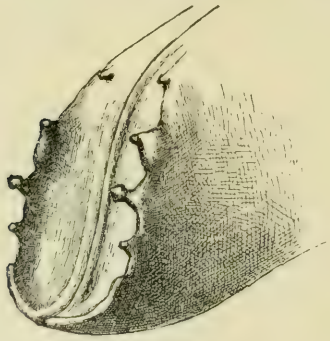


Fig. 58. *Ips typographus*. (Åttatandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

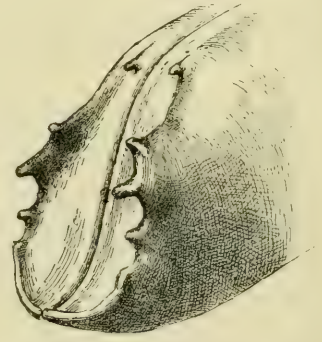


Fig. 59. *Ips duplicatus* (Dubbeltandade barkborren). Hona. Täckvingarnas bakre sluttning.

35. Avståndet mellan den 2:a och 3:e tanden nästan lika stort som avståndet mellan 2:a och 1:a. Den 3:e tanden vanligtvis förtjockad i spetsen i form av en knapp. Alla tänderna fristående, den 3:e utan gemensam bas med den 2:a (fig. 58). Urgröpningens yta mörk, liksom

överdragen med en tunn tvålhinna. De närmast mittsömmen liggande mellanstrimmorna på täckvingarnas främre del släta, utan punkter. L. 4,2—5,5 mm.

Ips typographus L.
(Åttatandade barkborren).

En av de mest vanliga och skadliga granbarkborrar, som ibland även angriper tallen. Gör vanligtvis sina gångar på stammar med tjock bark. Från parningskammaren, som vanligtvis är dold i barken, utgå 1—3 längsgående, omkring 15 cm långa modergångar. Äggfickorna äro skilda från varandra med ej stora men alltid tydliga mellanrum. De jämförelsevis korta, i spetsen starkt utvidgade larvgångarna äro tillsammans med modergångarna mycket tydligt och skarpt avtryckta på barkens inre sida. Påträffas i hela Sverige.

— Liknar mycket den föregående arten. Avståndet mellan den 2:a och 3:e tanden märkbart mindre än avståndet mellan den 2:a och 1:a. Den 3:e tanden, som endast hos hanen är något tjockare i spetsen, har gemensam bas med den 2:a tanden (fig. 59). Urgröpningens yta är glänsande och har grövre punkter än hos den föregående arten. De närmast mittsömmen liggande mellanstrimmorna hava på täckvingarnas främre del en rad glesa punkter. L. 3,5—4 mm ..... ***Ips duplicatus*** Sahl.
(Dubbeltandade barkborren).

Lever såväl på granen som på tallen. Dess gångar äro mycket lika gångarna hos *Ips typographus*; modergångarna äro mindre, och deras antal kan uppgå till 5; de äro icke så raka som hos *Ips typographus* utan vanligtvis svagt och oregelbundet krökta. Påträffas ej sällsynt i norra Ryssland och Finland och är funnen i norra Sverige, Ångermanland (Ramsele), Dalarna (Siljansfors) och Gästrikland (Hofors).

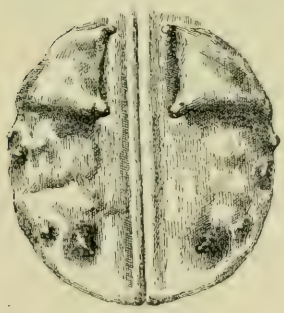


Fig. 60. *Ips longicollis* (Avlånga barkborren). Hane. Täckvingarnas urgröpning.

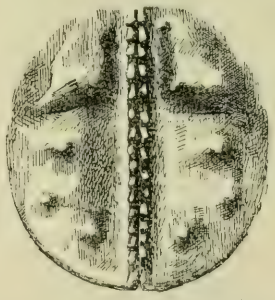


Fig. 61. *Ips longicollis* (Avlånga barkborren). Hona. Täckvingarnas urgröpning.

36. Urgröpningens 2:a tand sedd bakifrån till formen trekantig, med slät och glänsande yta; dess inåt mot urgröpningen riktade nedre hörn hos hanen tillspetsat (fig. 60) hos honan trubbigt (fig. 61). Mellan densamma och den nedersta tanden, vilken hos hanen är mera utstående, finnas två eller tre, mindre tänder; hos honan äro dessa tänder mera trubbiga och slätare. Dessutom finnas hos honan på urgröpningen längs mittsömmens båda sidor en rad kornformiga upphöjningar. Kroppen smal, cylindrisk, med en långt utdragen halssköld. L. 4—4,5 mm ..... ***Ips longicollis*** Gyll.
(Avlånga barkborren).

Denna sällsynta barkborre är påträffad lokalt i södra och mellersta Sverige på tall. Från parningskammaren utgå utan någon bestämd riktning långa modergångar, som krökas åt olika sidor och alltid äro tätt fyllda med borrmjöl. Om barken är tjock, så göras äggfickorna i barken på väggen i modergångens mittlinje, i detta fall gå larvgångarna inuti barken och förbliva dolda. Under tunn bark äro äggfickorna placerade i modergångens sidor och larvgångarna äro delvis synliga på barkens inre sida.

— Urgröpningens 2:a tand koniskt tillspetsad, ofta något böjd; om den sitter på en upphöjning, så har denna ej formen av en platt trekant (fig, 63, 64, 65, 67, 69). Kroppen måttligt utdragen på längden..... 37.

37. Urgröpningens kanter med 4, mer eller mindre vassa, koniska tänder (fig. 62, 63), mellan vilka tydliga upphöjningar saknas. L. 3—3.8 mm.

Ips proximus Eichh. (hane)
(Trubbtandade barkborren).

Fig. 62. *Ips proximus* (Trubbtandade barkborren). Hane. Täckvingarnas bakre sluttning.

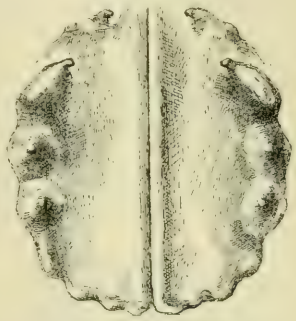


Fig. 63. *Ips proximus* (Trubbtandade barkborren). Hane. Täckvingarnas urgröpning.

Lever på tallstammar med tunn bark; angriper uteslutande liggande träd. Påträffas ibland även på granen. Från partingskammaren utgå i längdriktning vanligtvis två, mera sällan tre eller fyra korta, ungefär 10 cm långa, vågformigt krökta modergångar. Larvgångarna täta, mycket långa, i början ganska tydligt avtryckta å barkens insida, därefter starkt hoptrasslade. Påträffas i hela Sverige.

— Urgröpningens kanter med tre tillspetsade tänder, mellan vilka (huvudsakligen mellan den 2:a och den nedersta) trubbiga upphöjningar finnas (fig. 64, 65, 66, 67, 68, 69)..... 38.

38. Avståndet mellan den 1:a och 2:a tanden mindre än avståndet mellan båda täckvingarnas första tänder. Halssköldén baktill med en tydlig, lätt upphöjd längslinje. Mellan den 2:a och sista tanden finnas, i synnerhet hos honan, två otydliga upphöjningar. Urgröpningen oval. Tre tänder på något avstånd från urgröpningens kant, isynnerhet hos honan. Punkteringen på den glänsande urgröpningen grund. Hos hanen den 1:a och 2:a tanden

vassa, krokiga inåtböjda (fig. 64). Tänderna hos honan koniska, trubbiga (fig. 65). Urgröpningens kanter mellan den sista tanden och täckvingens spets släta. L. 2,5—3,2 mm ..... ***Ips suturalis*** Gyll. (Oliktandade barkborren).

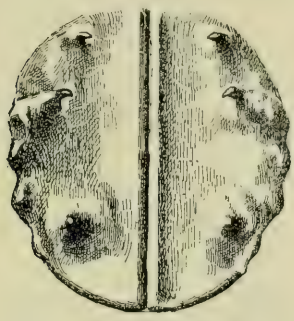


Fig. 64. *Ips suturalis* (Oliktandade barkborren). Hane. Täckvingarnas urgröpning.

Fig. 65. *Ips suturalis* (Oliktandade barkborren). Hona. Täckvingarnas urgröpning.

Angriper icke endast liggande utan också stående, vanligtvis efter skogseld döende granar och tallar. På liggande träd borrar den ofta gångar i sällskap med andra barkborrar (*Ips proximus*, *Ips laricis*). Gångarna likna mycket gångarna hos *Ips proximus*; modergångarna äro dock något finare, mera krökta och mindre utpräglat längsgående; deras antal uppgår ibland till 5—6. Larvgångarna gå företrädesvis inuti barken och äro mera ihoptrasslade. Överhuvudtaget är gångsystemet ej så tydligt som hos *Ips proximus* och ej så noggrant utfört. Påträffas i hela Sverige, dock allmännare i norra Sverige.

— Avståndet mellan den 1:a och 2:a tanden nästan detsamma som avståndet mellan båda täckvingarnas första tänder (fig. 67, 69). Halsskölden baktill antingen utan eller med en mycket otydlig längslinje ..... 39.

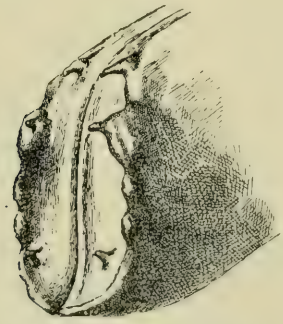


Fig. 66. *Ips laricis* (Mångtandade barkborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

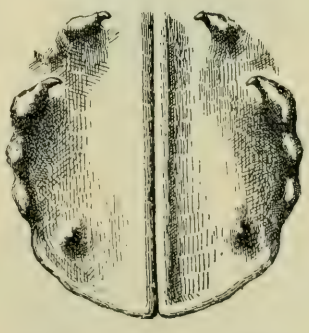


Fig. 67. *Ips laricis* (Mångtandade barkborren). Täckvingarnas urgropning.

39. Urgröpningen nästan rund. Mellan 2:a och nedersta tanden två trubbiga upphöjningar, tydligare hos hanen. Den nedersta tanden står lågt, nära urgröpningens nedre kant. Urgröpningens kanter mellan de nedersta tänderna och täckvingarnas spets nästan släta (fig. 66, 67). L. 3—3,8 mm.
Ips laricis Fabr.
(Mångtandade barkborren).

Lever under liggande tallars tunna bark. I motsats till övriga *Ips*-arter är den monogam och saknar parningskammare. Den korta modergången har i början vanligtvis en utvidgning i form av en stövel och i spetsen en stark utvidgning, där äggen läggas i högar. Larverna borra först gemensamt oregelbundna familjegångar och därefter var för sig starkt ihoptrasslade gångar. Påträffas i hela Sverige.

Fig. 68. *Ips proximus* (Trubbtandade barkborren). Hona. Täckvingarnas bakre sluttning.

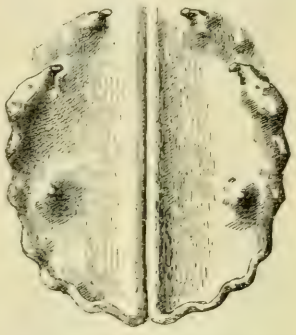


Fig. 69. *Ips proximus* (Trubbtandade barkborren). Hona. Täckvingarnas urgröpning.

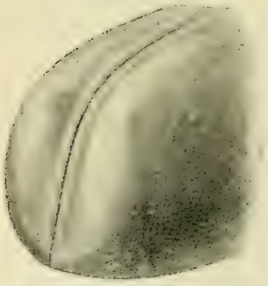


Fig. 70. *Pityogenes bidentatus* (Tvåtandade barkborren). Hona. Täckvingarnas bakre sluttning.

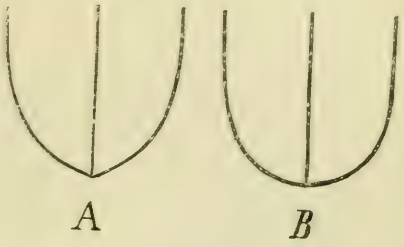


Fig. 71.

— Urgröpningen oval. Mellan 2:a och den nedersta tanden finnes, strängt taget, endast en upphöjning, emedan den andra trubbiga upphöjningen befinner sig längre ned, i jämnhöjd med den sista tanden; på så sätt befinner sig den sista tanden närmare mitten av urgröpningskanten. Urgröpningens kant mellan den sista tanden och täckvingarnas spets något vågig (fig. 68, 69)..... .... *Ips proximus* Eichh. (Hona)
(Trubbtandade barkborren).

40. Halssköldens bas utan intryckt linje, baktill med. en tydlig, upphöjd längslinje. Urgröpningen nästan lodrät och smal i jämförelse med de breda, upphöjda kanterna. Urgröpningens kanter hava en (fig. 70) eller två knappt märkbara, låga, trubbiga upphöjningar.

Pityogenes bidentatus och ***P. quadridens***.
Honorna.

— Halssköldens bas försedd med en intryckt linje innanför kanten, synlig endast vid stark förstoring. Längsgående mittlinje på halssköldén antingen saknas eller är otydlig. Urgröpningen är sakta sluttande och bredare än hos föregående arter; dess kanter med en rad mycket fina, korniga upphöjningar, vid vilkas bas hos några arter ett kort, fint, upprättstående hår finnes (fig. 72, 73, 74)..... (***Pityophthorus*** Eichh.) 41.

41. Täckvingarnas spets något utdragen i form av en vinkel (fig. 71 A; 72). Urgröpningen på täckvingarna bildad av två breda, grunda fåror; dess yttre kant och mittsöm med enstaka små koniska upphöjningar och hår. Pannan hos hanen kal, hos honan med glesa, gråaktiga, upprättstående och korta hår. L. 1,8—2,3 mm..... ***Pityophthorus micrographus*** L.
(=*P. fennicus* Eggers)
(Vanliga grangrenborren).

Gör sina gångar i grenar och under den tunna barken på stammar av såväl stående som liggande gran, oberoende av om dessa befinna sig i bestånd eller på öppna, väl belysta ställen. Från parningskammaren utgå stjärnformigt 4—6 modergångar, 10—15 cm långa, alltid tätt fyllda med borrmjöl; på tunna grenar äro de längsgående, löpande i spiral kring grenarna. Påträffas i hela Sverige, Finland, norra Ryssland och i största delen av Sibirien[1].

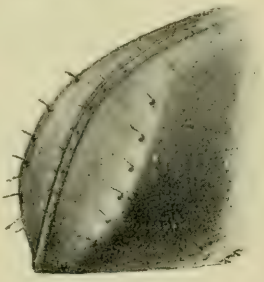


Fig. 72. *Pityophthorus micrographus* (Vanliga grangrenborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

— Täckvingarnas spets rundad (fig. 71 B, 73, 74) 42.

42. Urgröpningens kanter med glesa hår på små korniga upphöjningar (fig. 73) ..... 43.

— Urgröpningens kanter utan hår, antingen alldeles släta eller med en rad mycket fina korniga upphöjningar, synliga endast vid stark förstoring (fig. 74) ..... 44.

43. Urgröpningen slät, glänsande, dess kanter med tydliga upphöjningar (fig. 73). L. 1,8—2 mm ..... ***Pityophthorus Lichtensteini*** Ratz.
(Bruna tallgrenborren).

[1] I övriga Europa påträffas en annan, mindre och smalare varietet (art?) (*P. micrographus* L. = *P. pityographus* Ratz.), hos vilken honan på pannan har en borste av tjocka, långa, guldgula hår.

Borrar gångar under barken på tunna tallgrenar (1—1,5 cm). Från parningskammaren, som är djupt avtryckt i splinten, utgå 5—7 längsgående modergångar. Förpuppningen djupt i splinten. Påträffas i hela Sverige.

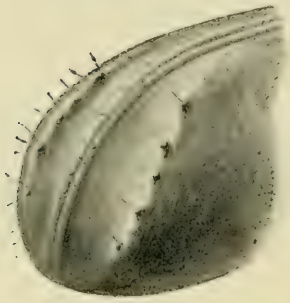


Fig. 73. *Pityophthorus Lichtensteini* (Bruna tallgrenborren). Täckvingarnas bakre sluttning.

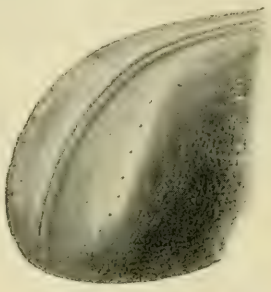


Fig. 74. *Pityophthorus Trägårdhi* (Trägårdhs grangrenborre). Täckvingarnas bakre sluttning.

— Urgröpningen matt, dess kanter med mycket små, knappt synliga upphöjningar, men med tydliga, upprättstående hår. L. 1—1,2 mm.

Pityophthorus pubescens Marsh.
(Mindre tallgrenborren).

Lever på tallgrenar, under vilkas bark den gör stjärnformiga gångar. I Sverige sällsynt art, hittills endast funnen på Gottland och på Fårön.

44. Svart. Urgröpningens valkformiga kanter med mycket otydliga upphöjningar. Hos ♂ pannan välvd och kal; hos ♀ har pannan en tydlig fördjupning, som är tätt betäckt med guldgula, upprättstående hår. L. 1,6—2 mm ..... ***Pityophthorus glabratus*** Eichh.
(Svarta tallgrenborren).

Angriper ett- och tvååriga tallskott på stående träd, vilka redan förut varit angripna av andra barkborrar, eventuellt av *M. piniperda*. Polygam. I brist på utrymme i de fina skotten tränga ofta parningskammaren och modergångarna tvärs igenom veden och märgröret. Påträffas i södra Sverige.

— Mörkbrun. Urgröpningens kanter med mycket fina, men vid stark förstoring synliga upphöjningar (fig. 74). Pannan hos bägge könen välvd, över munnen mycket otydligt halvcirkelformigt tillplattad och här mycket glest betäckt med nedtryckta hår. L. 1,5—1,75 mm.

Pityophthorus Trägårdhi Spessivtseff.
(Trägårdhs grangrenborre).

Påträffas i norra Sverige. Håller sig på tunna grenar (0,3—0,8 mm tjocka) på stående, hastigt döende granar, som förut angripits av andra barkborrar (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus* och *Pityophthorus micrographus*). Vanligtvis monogam. Från den under barken befintliga, utvidgade, mycket olikformiga kammaren utgår vanligtvis en kort, högst 1 cm lång modergång. Äggfickor glesa, göras icke endast i modergången, utan ibland även i den utvidgade kammarens väggar. Larvgångarna korta, längsgående, ofta sammanflytande och starkt ihoptrasslade. I närheten av denna barkborre, på samma grenars tjockare delar gör vanligtvis *Pityophthorus micrographus* sina gångar.

NAMNREGISTER.

abietis 20
aceris 22
acuminatus 29
Alborren 19
Almbarkborren 22
alni 19, 22
Alvedborren 27
angustatus 10
Anisandrus 24
Aspbarkborren 25
Aspborren 19
asperatus 19
ater 9
attenuatus 10
austriacus 29
autographus 21
Avlånga barkborren 31

Bastborrar 2, 7
bicolor 24
bidentatus 27
Björnsplintborren 5
Bleka bastborren 9
Bokbarkborren 24
Bokborren 20
Borstiga askbastborren ... 12
Borstiga grangrenborren 8
Bruna granbastborren ... 9
Bruna tallgrenborren ... 35
Bruna vedborren 26

Carphoborus 14
caucasicus 21
chalcographus 28
Cholodkovskyi 15
cinereus 16
coryli 22
crenatus 11
Cryphalus 19
cryptographus 25
Crypturgus 7
cunicularius 10

Dendroctonus 13
dispar 24
domesticus 23
Dryocoetes 21
dryographus 26
Dubbeltandade barkborren 31
duplicatus 31

Eccoptogaster .....
Ekbarkborren 22
Eksplintborren 6
Ekvedborren 26
elongatus 29
Ernoporus 20
eurygraphus 25

fagi 20
Fläckiga askbastborren ... 11
fraxini 11
fennicus 35
Fyrtandade barkborren ... 28
Fårade bastborren 15

glabratus 9, 36
Glanslösa dvärgborren ... 16
Glyptoderes 18
grandiclava 14
granulatus 19

Hasselbarkborren 22
hectographus 21
hispidulus 16
Husborren 23
Hylastes 9
Hylastinus 12
Hylesinini 2, 7
Hylesinus 11
Hylurgops 7
Hylurgus 8
Håriga barkborren 21
Håriga dvärgborren 16
Håriga tallbastborren ... 16

intricatus 6
Ipini 2, 18
Ips 27

Jättebastborren 13

Klöverborren 12
Kärnfruktsplintborren ... 5

laevis 4, 5
laricis 34
Lichtensteini 35
ligniperda 8
Lilla tallbastborren 10
Lindborren 20
lineatus 23
longicollis 31
Lymantor 21
Lönnbarkborren 22

mali 5
Maulei 17
micans 13
micrographus 35
Mindre almsplintborren 4, 5
Mindre dubbelögade bastborren 14
Mindre märgborren 13
Mindre tallgrenborren ... 36
minimus 15
minor 13
monacensis 28
monographus 26
multistriatus 3
Myelophilus 13
Mångtandade barkborren 34

Nordliga dubbelögade bastborren 15
Nordliga barkborren ... 21

oleiperda 12
Oliktandade barkborren ... 33
opacus 10
obscurus 12

palliatus 9
Pfeili 27
Phloeophthorus 7
Phthorophloeus 8
pilosus 12
piniperda 13
piri 5
Pityogenes 27
pityographus 34
Pityophthorus 35
Plattade lövvedborren ... 26
Polygraphus 14
poligraphus 15
Poppelborren 19
proximus 32
pubescens 36
punctifrons 15
pusillus 17

quadridens 28, 35

Randiga barrvedborren ... 23
Randiga granbastborren 12
Randiga lövvedborren ... 23
Ratzeburgi 5
rhododactylus 7
rossicus 15
rugulosus 6

Saalasi 29
saltuarius 20
Saxeseni 26
Scolytini 2, 3
Scolytus 3
scolytus 4
sexdentatus 30
Sextandade barkborren ... 28
signatus 23
Skarptandade barkborren 29
Släta granborren 20
spinulosus 8
Splintborrar 2, 3
Stenfruktsplintborren ... 6
stenographus 30
Strimmiga granborren ... 20
Svarta askbastborren ... 12
Svarta granbastborren ... 10
Svarta lövvedborren 24
Svarta tallbastborren ... 9
Svarta tallgrenborren ... 36
Större almsplintborren ... 4
Större dubbelögade bastborren 15
Större märgborren 13
subopacus 14
suturalis 33

Tallvedborren 25
Tandade almsplintborren 3
Taphrorychus 24
Teplouchovi 16
tiliæ 20
Tolvtandade barkborren 30
trepanatus 29
trifolii 12
Trubbtandade barkborren 32
Trypophloeus 18
Trägårdhi 36
Trägårdhs grangrenborre 36
Tvåtandade barkborren ... 27
typographus 31

Vanliga dvärgborren ... 17
Vanliga grangrenborren 35
villosus 22

Xyleborus 25
Xylechinus 12
Xyloterus 23

Åttatandade barkborren 31

Äkta barkborrar 2, 18

DE SVENSKA BARKBORRARNAS FÖRDELNING PÅ OLIKA TRÄDSLAG.

Några barkborrar kunna från sitt egentliga värdträd övergå på andra, närbesläktade träd, om sådana förekomma i närheten, och utvecklas i dessa, somliga arter med större, andra med mindre framgång. Så t. ex. har man iakttagit övergång från gran till tall, från ek till bok och avenbok, från asp till poppel o. s. v. och omvänt. Dyliga övergångar äro vanligast hos de på barrträd levande arterna.

TALL.

**Hylurgus ligniperda* Fabr. (*Håriga tallbastborren*) 8
Hylurgops palliatus Gyll. (*Bleka bastborren*) 9
Hylastes ater Payk. (*Svarta tallbastborren*) 9
Hylastes opacus Er. (*Lilla tallbastborren*) 10
**Hylastes attenuatus* Er. 10
**Hylastes angustatus* Herbst. 10
Myelophilus piniperda L (*Större märgborren*) 13
Myelophilus minor Hart. (*Mindre märgborren*) 13
**Carphoborus minimus* Fabr. 15
Crypturgus cinereus Herbst (*Glanslösa dvärgborren*) 16
Xyloterus lineatus Fabr. (*Randiga barrvedborren* 23
**Xyleborus eurygraphus* Ratz (*Tallvedborren*) 25
Pityogenes bidentatus Herbst. (*Tvåtandade barkborren*) 27, 35
» *quadridens* Hart (*Fyrtandade barkborren*) 28, 35
* » *trepanatus* Nördl. 29
» *monacensis* Fuchs 28
Ips sexdentatus Boern. (*Tolvtandade barkborren*) 30
» *acuminatus* Gyll. (*Skarptandade barkborren* 29
» *longicollis* Gyll. (*Avlånga barkborren*) 31
» *proximus* Eichh. *Trubbtandade barkborren* 32
» *laricis* Fabr. (*Mångtandade barkborren*) 34
Pityophthorus glabratus Eichh. (*Svarta tallgrenborren*) 36
» *pubescens* Marsh. (*Mindre tallgrenborren*) 36
» *Lichtensteini* Ratz. (*Bruna tallgrenborren*) 35

GRAN.

Phthorophloeus spinulosus Rey. (*Borstiga grangrenborren*) 8
Hylurgops glabratus Zett. (*Bruna granbastborren*) 9
Hylastes cunicularius Er. (*Svarta granbastborren*) 10
Xylechinus pilosus Ratz. (*Randiga granbastborren*) 12
Dendroctonus micans Kugel (*Jättebastborren*) 13
Polygraphus poligraphus L. (*Större dubbelögade bastborren* 15
» *subopacus* Thoms. (*Mindre dubbelögade bastborren*) 14
» *punctifrons* Thoms. (*Nordliga dubbelögade bastborren*) 15
Carphoborus rossicus Semenov (*Fårade bastborren*) 15
* » *Teplouchovi* Spessivtseff 16
* » *Cholodkovskyi* Spessivtseff 15
Crypturgus pusillus Gyll. (*Vanliga dvärgborren*) 17
» *hispidulus* Thoms. (*Håriga dvärgborren*) 15
* » *Maulei* Roubal. 17
Cryphalus saltuarius Wse (*Släta granborren*) 20
» *abietis* Ratz (*Strimmiga granborren*) 20
Dryocoetes autographus Ratz. (*Håriga barkborren*) 21
» *hectographus* Reitt (*Nordliga barkborren*) 21
Pityogenes chalcographus L. (*Sextandade barkborren*) 28
* » *Saalasi* Eggers 29
Ips typographus L. (*Åttatandade barkborren*) 29
» *duplicatus* Sahlb. (*Dubbeltandade barkborren*) 31
» *suturalis* Gyll. (*Oliktandade barkborren* 33
Pityophthorus micrographus L. (*Vanliga grangrenborren*) 35
» *Trägårdhi* Spessivtseff (*Trägårdhs grangrenborre*) 36

EK.

Scolytus intricatus Koch. (*Eksplintborren*) 6
Dryocoetes villosus Fabr. (*Ekbarkborren*) 22
**Xyleborus dryographus* Ratz. (*Ekvedborren* 26
» *monographus* Fabr. (*Plattade lövvedborren*) 26

ALM.

Scolytus scolytus Fabr. (*Större almsplintborren*) 4
» *laevis* Chap. (*Mindre almsplintborren*) 4, 5
» *multistriatus* Marsh. (*Tandade almsplintborren*) 3

BOK.

Ernoporus fagi Fabr. (*Bokborren*) 20
Taphrorychus bicolor, Herbst. (*Bokbarkborren* 24

FRUKTTRÄD.

Scolytus mali Bechst. (*Kärnfruktsplintborren* 5
» *rugulosus* Ratz. (*Stenfruktsplintborren*) 6
**Polygraphus grandiclava* Thoms. 14

LIND.

Ernoporus tiliae Panz (*Lindborren*) 20
* » *caucasicus* Lind. 21

ASP OCH POPPEL.

Trypophloeus granulatus Ratz. (*Poppelborren* 19
» *asperatus* Gyll. (*Aspborren* 19
Xyleborus cryptographus Ratz (*Aspbarkborren*) 25

AL.

Dryocoetes alni Georg. (*Albarkborren*) 22
**Trypophloeus alni* Lind. (*Alborren*) 19
**Xyloterus signatus* Fabr. (*Randiga lövvedborren*) 23

BJÖRK.

Scolytus Ratzeburgi *Björksplintborren* 5

ASK.

Hylesinus fraxini Panz. *Fläckiga askbastborren*) 11
» *crenatus* Fabr. (*Svarta askbastborren*) 12
* » *oleiperda* Fabr. (*Borstiga askbastborren*) 12

OLIKA BARR- OCH LÖVTRÄD.

Anisandrus dispar Fabr. (*Svarta vedborren*) 24
Xyleborus Saxeseni Ratz (*Bruna vedborren*) 26

GUNNAR SCHOTTE

OM SNÖBROTTSFARAN VID MYCKET STARKA GALLRINGAR.

IAKTTAGELSER FRÅN SVÄLTORNA I VÄSTERGÖTLAND.

Rädslan för skadegörelser i skogsbestånden genom snötryck och snöbrott har alltid verkat återhållande på skogsmännen beträffande gallringarnas utförande. Det är därför av vikt att så stort material som möjligt samlas för att under olika förhållanden belysa dessa skador. I meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt ha därför också förut lämnats ingående skildringar av de skadegörelser, som snön kunnat åstadkomma i bestånden. HENRIK HESSELMAN[1] skildrade snöbrotten i norra Sverige vintern 1910—1911. Härvid skadades i huvudsak äldre skog.

Författaren[2] har senare lämnat en utförlig redogörelse för snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar efter det säregna snöfallet den 15 maj 1915 samt de omfattande snöskadorna i bestånden efter de rika snöfallen i december 1915 och senare under samma vinter. Denna undersökning byggde på ett omfattande material från cirka 25 fasta försöksytor i mellersta delarna av landet. Av detta framgick, att starkare gallrade bestånd lidit mindre än svagare gallrade, åtminstone om några år förflutit, sedan gallringen ägt rum. Bestånd upp mot 40-årsåldern ledo mest av snötryck, medan de 40—60 år gamla och äldre bestånden huvudsakligast skadades genom toppbrott.

Vidare framhöll förf. att det gäller att tidigt gallra bestånden och såmedelst härda dem. Krongallringarna hade visat sig ömtåligare för snötryck än låggallringarna. Den för beståndsvården fördelaktigaste behandlingen att tidigt genomgå bestånden med huggningar efter krongallringsprincipen, men sedan övergå till låggallringar för ljusbehövande trädslag (tall, lärk och björk) förminskar även farorna för snöskador. — Förf. betonade till sist, att om bestånden skötts på så sätt, kunde skogsman-

[1] HESSELMAN, HENRIK: Om snöbrotten i norra Sverige vintern 1910—1911. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, h. 9, s. 47.

[2] SCHOTTE, GUNNAR: Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—1916. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt h. 13—14, s. 111—166.

nen med lugn motse risken för snöskador. På sin höjd kunde sålunda behandlade bestånd bli utsatta för spridda toppbrott vid särskilt exceptionella förhållanden, sådana som exempelvis inträffade den 15 maj 1915.

I oktober 1921 förekom emellertid ett snöfall i förening med stark storm, som ödelade många yngre och medelålders bestånd i Västergötland och Småland. Härvid skadades ganska avsevärt flera av skogsförsöksanstaltens gallringsytor å kronoparkerna Stora och Lilla Svältan samt Ollestad. Då skadornas omfattning närmast synes ha berott på den föregående behandlingen av beståndén ifråga, skall här nedan lämnas en redogörelse från ett 25-tal olika starkt och efter olika metoder behandlade försöksytor å de nämnda kronoparkerna i Västergötland.

* * *

Det var natten mellan den 23 och 24 oktober som det föll en mycken-het våt snö, och samtidigt rasade den allra häftigaste nordanstorm. Det visade sig härvid, att kraftigt och väl utvecklade kronor uppsamlade en otrolig mängd med snö. Kronorna blevo emellertid härigenom för tunga, och stammarna bräcktes med hjälp av den starka stormen. I allmänhet brötos tallstammarna strax nedom kronan, ofta på stammens halva höjd (se fig. 1 och 4). Endast ett fåtal tallar fälldes helt av storm och snötryck. Granarna fälldes oftare omkull fläckvis i sänkor och dalgångar eller invid rötluckor. Där avverkningen utförts oförsiktigt såsom vid upphuggningar utmed landsvägarna, påträffades också omfattande snöskador. När granarna emellertid utsatts för snöbrott, ägde i regel brottstället rum mycket högre upp på stammen än hos tallen.

Snöskador i tallbestånd.

Kronoparkerna Lilla och Stora Svältan bildades i mitten på 1860-talet genom att Kungl. brev av den 29 april 1864 godkände avtal med vissa markägare till ljungmarkerna å de s. k. Svältorna om försäljning av dessa marker till kronan. Å den förra påbörjades skogsodlingarna år 1867 dels medelst sådd och dels genom plantering. En del av de uppdragna tallbestånden, som synbarligen varit av sydländsk härkomst, ha måst tagas bort, men flertalet bestånd ha dock relativt god stamform. I det äldsta och vackraste beståndet å Lilla Svältan har skogsförsöksanstalten utmed stora landsvägen Stockholm—Borås en gallringsserie om 6 mycket jämna och nästan likvärdiga ytor vardera på 0,25 hektar utom kapporna, som i hela ytkomplexen upptaga en areal av 0,66 hektar. Före skogsodlingen plöjdes här ljungmarken i rader på cirka 0,60 meters avstånd och i fårorna sattes sedan tallplantor på tätt förband. Själva försöksytorna utsattes våren 1906 och uppskattades i november samma år, varvid trädens ålder upptogs till 40 år. Bestånden hade förut en gång gallrats

Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml. Fot. G. Schotte 5 dec. 1921.

Fig. 1. Snöbrott i försöksytan 48 avd. V kronoparken Lilla Svältan, Västergötland.
Dégâts de neige. — Parcelle 48 : V, forêt de l'État Lilla Svältan, Västergötland.

Tabell 1. **Uppskattningsresultat (överbeståndet) från**
Tableau 1. Inventaires de la série d'expériences

Avd. Parcelle	Uppskattningstidpunkt Date de l'invent.	Överbeståndets ålder år Âge de la futaie ans	Trädslag Essence: överbestånd futaie	Trädslag Essence: undervegetation sous-étage	Gallringsgrad Méthode d'éclaircie	Kvarvarande bestånd Arbres restants, par ha: Stamantal Nombre	Grundyta Base m²	Medeldiam. Diam. moy. cm	Medelhöjd Haut. moy. m	Kubikmassa Volume: m³	Bark Écorce %
I	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Douglasgran.	Stark låggallring.....	3,456	26,71	9,9	10,3	149,97	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Planterad	Extra stark låggallr.	1,708	20,80	12,5	11,7	126,79	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1907.	Ljushuggning	1,032	16,73	14,4	13,0	108,77	19,2
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Sapin de douglas	»	460	11,61	17,9	14,8	83,94	15,5
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		planté	Snöbrottsavverkning..	*212*	5,58	18,3	14,9	40,48	15,5
V	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Silvergran.	Stark låggallring.....	3,268	24,86	9,8	10,3	139,68	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Planterad	» »	1,832	20,74	12,0	11,6	125,41	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1906.	Extra stark låggallr.	1,256	19,33	14,0	12,9	125,00	19,3
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Sapin blanc	Svag ljushuggning ...	544	13,05	17,5	14,7	93,90	15,5
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		planté	Snöbrottsavverkning..	*376*	9,41	17,8	14,8	67,97	15,5
III	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Stjälkek.	Stark låggallring.....	3,516	23,99	9,3	10,1	132,76	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Radsådd	Ljushuggning	1,428	16,33	12,1	11,6	98,73	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1906.	»	1,156	17,65	14,0	12,9	114,04	19,4
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Chêne pédonc.	»	632	14,21	16,9	14,5	100,78	15,6
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		semis en lignes	Snöbrottsavverkning..	*436*	10,20	17,3	14,6	73,20	15,6
VI	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Douglasgran.	Stark låggallring.....	3,220	22,35	9,4	10,1	124,31	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Rutsådd	» »	2,184	21,21	11,1	11,1	123,73	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1906.	» »	1,544	20,01	12,9	12,5	126,78	19,6
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Sapin de douglas	Extra stark låggallr.	788	15,43	15,8	14,2	108,78	15,8
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		semis par places	Snöbrottsavverkning..	*508*	10,80	16,5	14,4	76,80	15,7
IV	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Druvek.	Stark låggallring.....	3,156	22,38	9,5	10,2	125,33	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Radsådd	Ljushuggning	1,440	17,15	12,3	11,6	104,30	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1907.	»	1,140	17,75	14,1	12,9	115,24	19,3
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Chêne rouvre	»	632	14,81	17,3	14,6	106,21	15,6
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		semis en lignes	Snöbrottsavverkning..	*480*	12,02	17,8	14,7	86,69	15,5
II	19 $^{7}/_{11}$ 06	40	Tall	Bok.	Stark låggallring.....	3,292	25,01	9,8	10,3	140,40	—
	19 $^{4}/_{9}$ 10	44	Pin	Radsådd	» »	2,360	25,07	11,6	11,4	150,27	—
	19 $^{18}/_{5}$ 16	49		1910.	» »	1,568	22,66	13,6	12,8	145,56	19,3
	19 $^{7}/_{9}$ 21	55		Hêtre	» »	1,040	21,46	16,2	14,3	152,03	15,7
	19 $^{16}/_{12}$ 21	55		semis en lignes	Snöbrottsavverkning..	*920*	19,40	16,4	14,4	137,71	15,7
Kapporna Rideaux	19 $^{16}/_{12}$ 21	55	Tall Pin		Uppskattning med hänsyn till snöskador	1,214	21,71	15,1	14,0	151,54	15,9

Explications de la colonne

extra stark = très fort(e), ljushuggning = coupe d'isolement, låggallring = éclaircie par le bas, rensningsgallring = nettoiement, till snöskador = inventaire des dégâts de neige.

försöksserien 48 å kronoparken Lilla Svältan.
48 dans la forêt de L'État Lilla Svältan.

Utgallrat virke. Arbres exploités, par ha							Totalprod. Rendement total		Årlig löpande tillväxt. Accroissement périod. ann.						Årl. medeltillv. i kbm av. Accroiss. moy. ann.	
Stamantal. Nombre	Grundyta. Base	Medeldiam. Diam. moy.	Medelhöjd. Haut moy.	Kubikmassa. Volume	Bark. Écorce	Gallrings Bois abattu	Kubikmassa. Volume	Gallr. Bois abattu	Diam. Diam.	Grundyta. Base		Höjd. Hauteur	Kubikmassa. Volume		kvarv. best. peupl. rest	totalproduktion. Rendem. total
	m²	cm	m	m³	%	%	m³	%	mm	m²	%	m	m³	%		
6,172	13,24	5,2	8,3	63,94	—	29,9	213,91	29,9	—	—	—	—	—	—	3,75	5,35
1,748	10,45	8,7	10,1	58,45	—	31,6	249,18	49,1	2,00	1,135	3,92	0,225	8,82	5,26	2,88	5,66
676	8,41	12,6	12,3	52,08	19,5	32,4	283,24	61,6	2,40	0,868	3,78	0,200	6,81	4,74	2,22	5,78
572	9,68	14,7	13,4	65,62	16,2	43,9	324,03	74,1	3,00	0,760	4,00	0,200	6,80	5,26	1,53	5,89
248	6,03	17,6	14,7	43,46	15,5	*51,8*	324,03	87,5	—	—	—	—	—	—	0,74	5,89
6,476	11,93	4,8	8,1	56,61	—	28,8	196,29	28,8	—	—	—	—	—	—	3,49	4,91
1,436	8,31	8,6	10,1	46,23	—	26,9	228,25	45,1	2,00	1,048	3,89	0,200	7,99	5,13	2,85	5,19
576	5,61	11,1	11,5	32,39	19,3	20,6	260,23	52,0	2,40	0,840	3,68	0,200	6,40	4,53	2,55	5,31
712	11,12	14,1	13,5	75,20	15,9	44,5	304,33	69,1	2,67	0,807	3,71	0,200	7,35	5,00	1,71	5,53
168	3,64	16,6	14,4	25,93	15,7	*27,6*	304,33	77,7	—	—	—	—	—	—	1,24	5,53
7,100	11,16	4,5	7,9	51,97	—	28,1	184,73	28,1	—	—	—	—	—	—	3,32	4,62
2,088	11,72	8,5	10,0	65,13	—	39,7	215,83	54,3	2,00	1,015	3,90	0,200	7,78	5,24	2,24	4,91
272	2,56	11,0	10,8	14,12	20,5	11,0	245,26	53,5	2,60	0,776	4,25	0,200	5,89	5,19	2,33	5,01
524	8,27	14,2	12,7	52,43	17,3	34,2	284,43	64,6	2,83	0,788	3,94	0,150	6,53	4,89	1,83	5,17
196	3,91	15,9	14,2	27,58	15,8	*27,4*	284,43	74,3	—	—	—	—	—	—	1,33	5,17
4,844	8,19	4,6	8,1	38,54	—	23,7	162,85	23,7	—	—	—	—	—	—	3,11	4,07
1,036	5,06	7,9	10,0	28,17	—	18,5	190,44	35,0	2,00	0,980	4,03	0,200	6,90	5,00	2,81	4,33
640	4,74	9,7	9,9	24,12	22,0	16,0	217,61	41,7	1,80	0,708	3,08	0,180	5,43	3,95	2,59	4,44
756	9,50	12,7	11,6	55,34	17,5	33,7	254,95	57,3	2,33	0,820	3,65	0,120	6,22	4,28	1,98	4,64
280	4,63	14,5	13,8	31,98	16,1	*29,4*	254,95	69,9	—	—	—	—	—	—	1,40	4,64
6,100	10,15	4,6	8,1	47,99	—	27,7	173,32	27,7	—	—	—	—	—	—	3,13	4,33
1,716	9,62	8,5	10,2	53,93	—	34,1	206,22	49,4	2,25	1,098	4,47	0,225	8,23	5,80	2,37	4,69
300	3,42	12,0	11,2	19,63	20,6	14,6	236,79	51,3	2,80	0,804	4,20	0,220	6,11	5,11	2,35	4,83
508	7,86	14,0	12,6	49,43	18,2	31,8	277,19	61,7	3,00	0,820	4,06	0,170	6,73	4,97	1,93	5,04
152	2,79	15,3	14,0	19,52	15,9	*18,4*	277,19	68,7	—	—	—	—	—	—	1,58	5,04
6,184	12,49	5,1	8,1	57,97	—	29,2	198,37	29,2	—	—	—	—	—	—	3,51	4,96
932	5,93	8,2	9,9	27,14	—	15,3	235,38	36,2	3,00	1,498	5,35	0,125	9,25	5,82	3,42	5,35
792	6,81	10,5	11,3	38,42	20,0	20,9	269,09	45,9	2,00	0,880	3,23	0,200	6,74	4,03	2,97	5,49
528	6,25	12,3	12,7	40,20	17,1	20,9	315,76	51,9	2,33	0,842	3,34	0,200	7,78	4,61	2,76	5,73
120	2,06	14,8	13,9	14,32	16,0	*9,4*	315,76	56,4	—	—	—	—	—	—	2,50	5,73
115	1,52	13,0	13,3	10,22	16,5	*6,3*									3,37	

6 des tableaux 1 et 2:

snöbrottsavverkning = coupe des arbres endommagés par la neige, stark = fort(e), svag = faible, uppskattning med hänsyn

Tabell 2. **Uppskattningsresultat från för-**
Tableau 2. Inventaires de la série d'expéri-

Avd. Parcelle	Uppskattningstidpunkt Date de l'inventaire	Beståndets ålder år Âge de la futaie ans	Trädslag Essence	Gallringsgrad Méthode d'éclaircie	Kvarvarande bestånd Arbres restants par ha					
					Stamantal Nombre st.	Grundyta Face m^2	Medeldiam. Diam. moy. cm	Medelhöjd Haut. moy. m	Kubikmassa Volume m^3	Bark Écorce %
I	$19^{23}/_{9}$ 05	37	Tall	Rensningsgallring ...	3,640	26,20	9,6	9,7	139,21	—
	$19\ ^{4}/_{9}$ 10	42	Pin	» ...	2,724	28,38	11,5	10,8	161,70	—
	$19\ ^{6}/_{6}$ 16	47		» ...	2,140	28,92	13,1	12,3	178,69	18,7
	$19^{13}/_{6}$ 21	52		» ...	1,824	30,15	14,5	13,7	202,08	18,1
	$19^{15}/_{12}21$	—		Snöbrottsavverkning	*1,736*	29,08	14,6	13,7	195,14	18,1
II	$19^{23}/_{9}$ 05	37	Tall	Svag låggallring.....	3,360	22,50	9,2	9,5	118,17	—
	$19\ ^{4}/_{9}$ 10	42	Pin	» »	2,428	24,55	11,3	10,7	139,30	—
	$19\ ^{6}/_{6}$ 16	47		» »	1,836	24,67	13,1	12,3	152,43	18,8
	$19^{13}/_{6}$ 21	52		» »	1,468	25,08	14,7	13,7	169,16	18,1
	$19^{15}/_{12}21$	—		Snöbrottsavverkning	*1,332*	23,40	14,9	13,8	158,32	18,0
III	$19^{23}/_{9}$ 05	37	Tall	Stark låggallring ...	2,984	24,14	10,1	9,8	129,57	—
	$19\ ^{4}/_{9}$ 10	42	Pin	» » ...	1,900	23,15	12,5	11,0	134,13	—
	$19\ ^{6}/_{6}$ 16	47		» » ...	1,432	22,48	14,2	12,6	141,58	17,9
	$19^{13}/_{6}$ 21	52		» » ...	924	19,58	16,4	14,3	136,27	17,6
	$19^{15}/_{12}21$	—		Snöbrottsavverkning	*696*	15,16	16,6	14,3	105,88	17,5

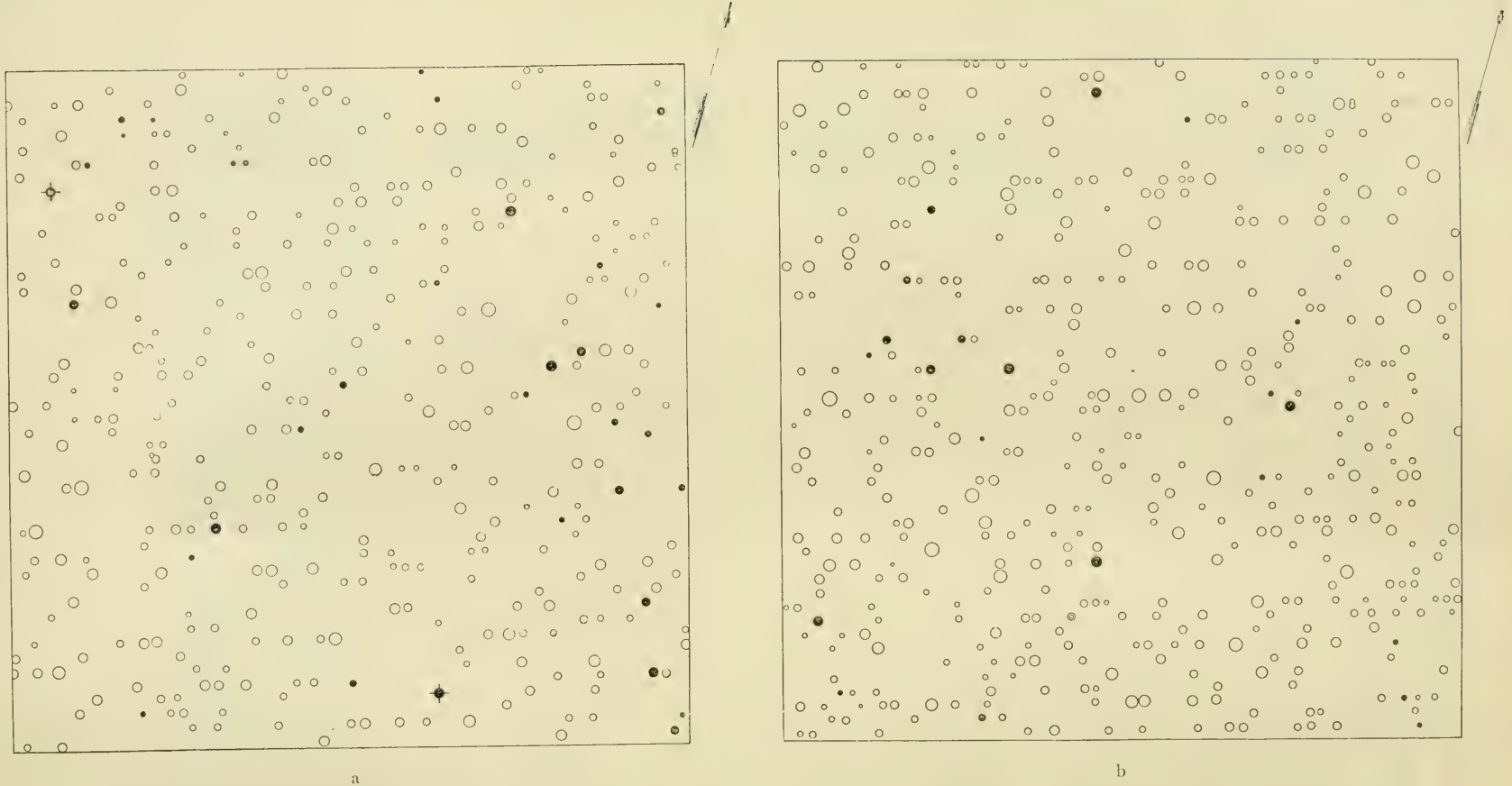
av revirförvaltningen; 1906 gallrades samtliga ytor efter principen »stark låggallring». Sedermera försågos bestånden med underväxt av bok och ek samt douglasgran och silvergran. Dels för att gynna denna underväxt och dels för att pröva olika mycket starka gallringsformer, genomhöggos ånyo ytorna hösten 1910, våren 1916 samt hösten 1921. Efter de i oktober 1921 inträffade snöbrotten ha slutligen avverkningar i bestånden måst äga rum i december 1921. — En sammanställning av de betydande gallringsuttagen återfinnes i tabell 1. När snöbrotten inträffade, voro alla utbleckade träd *inom* ytorna avverkade, men i kapporna mellan dem hade de till utgallring avsedda träden endast utbleckats för att sedermera avverkas under vintern. De på så sätt ej nyhuggna delarna av det 55-åriga beståndet ha stått sig väl för snöbrotten, medan de olika ytorna skadats allt efter den styrka, som avverkningen haft i september. De starkast gallrade avdelningarna ha sålunda lidit mest och detta ehuru beståndet härdats genom 3 ganska starka gallringar, den i september 1921 oräknad. Även den bifogade kartan (fig. 2) belyser detta synnerligen skarpt. — Att snöbrottsprocenten verkligen tilltagit i samma mån som gallringsprocenten varit starkare visar följande sammanställning mycket tydligt:

söksserien 41 å kronoparken Lilla Svältan.
ences 41 dans la forêt de l'État Lilla Svältan.

Utgallrat virke. Arbres exploités par ha							Totalprod. Rendement total		Årlig löpande tillväxt. Accroissement périod. ann.						Årl. medeltillv. i kbm av. Accroissement moy. ann.	
Stamantal. Nombre	Grundyta. Base	Medeldiam. Diam. moy.	Medelhöjd. Haut. moy.	Kubikmassa. Volume		Gallrings. Bois abattu	Kubikmassa. Volume	Gallr. Bois abattu	Diam. Diam.	Grundyta. Base		Höjd. Hauteur	Kubikmassa. Volume		kvarv. best. peupl. rest.	totalproduktion. Rendem. total
				m³	Bark. Écorce					m²	%		m³	%		
st.	m²	cm	m		%	%	m³	%	mm			m				
1,604	2,77	4,7	6,9	10,82	—	7,2	150,03	7,2	—	—	—	—	—	—	3,76	4,05
916	2,88	6,3	8,2	13,08	—	7,5	185,60	12,9	1,60	1,01	3,52	0,18	7,11	4,52	3,85	4,42
584	3,54	8,8	10,3	19,09	22,9	9,6	221,68	19,4	1,60	0,82	2,70	0,26	7,22	4,01	3,80	4,72
316	2,31	9,7	11,1	13,21	21,1	6,1	258,28	21,8	1,60	0,71	2,31	0,24	7,32	3,72	3,90	4,97
88	1,07	12,5	12,9	6,94	18,9	*3,4*	258,28	24,4	—	—	—	—	—	—	—	—
1,600	3,22	5,1	7,4	13,47	—	10,2	131,64	10,2	—	—	—	—	—	—	3,19	3,56
932	3,31	6,7	8,4	15,33	—	9,9	168,10	17,1	2,00	1,07	4,25	0,20	7,29	5,34	3,32	4,00
592	3,88	9,1	10,4	21,17	22,7	12,2	202,40	24,7	1,80	0,80	3,01	0,26	6,86	4,38	3,24	4,31
368	3,35	10,8	11,9	20,21	20,1	10,7	239,34	29,3	1,80	0,75	2,82	0,24	7,39	4,31	3,25	4,60
136	1,68	12,6	12,9	10,84	18,9	*6,4*	239,34	33,8	—	—	—	—	—	—	—	—
2,716	6,98	5,7	7,9	30,96	—	19,3	160,53	19,3	—	—	—	—	—	—	3,50	4,34
1,084	6,07	8,4	9,5	31,21	—	18,9	196,30	31,7	2,20	1,01	3,78	0,18	7,15	4,85	3,19	4,67
468	5,34	12,1	11,9	32,33	19,6	18,6	236,08	40,0	2,40	0,93	3,64	0,28	7,96	5,17	3,01	5,02
508	6,99	13,3	13,1	45,59	18,7	25,0	276,36	50,7	2,40	0,82	3,34	0,28	8,66	4,98	2,62	5,31
228	4,42	15,7	14,1	30,39	17,8	*22,3*	276,36	61,7	—	—	—	—	—	—	—	—

Parcell: Parcelle	Antal kvarstående träd i sept. 1921 per hektar. Nombre d'arbres sur pied en sept. 1921, par ha	Gallringsprocent sept. 1921. bois exploité en sept. 1921	Snöbrottsprocent okt. 1921. taux de dégâts de neige oct. 1921
Kapporna (les rideaux)	1 329	—	6,3 %
Avd. II.....	1 040	20,9 %	9,4 %
» IV.....	632	31,8 %	18,4 %
» VI.....	788	33,7 %	29,4 %
» III.....	632	34,2 %	27,4 %
» V.....	544	44,5 %	27,6 %
» I.....	460	43,9 %	51,8 %

Utmed vägen mot Molla kyrka har försöksanstalten en annan gallringsserie om 3 olika avdelningar, ytan 41. Beståndet är uppkommet efter plantering omkring år 1870 i plöjda ränder. Uppskattnings- och gallringsresultatet från de tre avdelningarna — vardera om 25 har — återfinnes i tabell 2. Vi se här ytterligare ett tydligt exempel på att snöbrotten uppträtt starkast i den starkast gallrande ytan, ehuru ytan härdats genom 3 gallringar, den i juni 1921 ej medräknad.

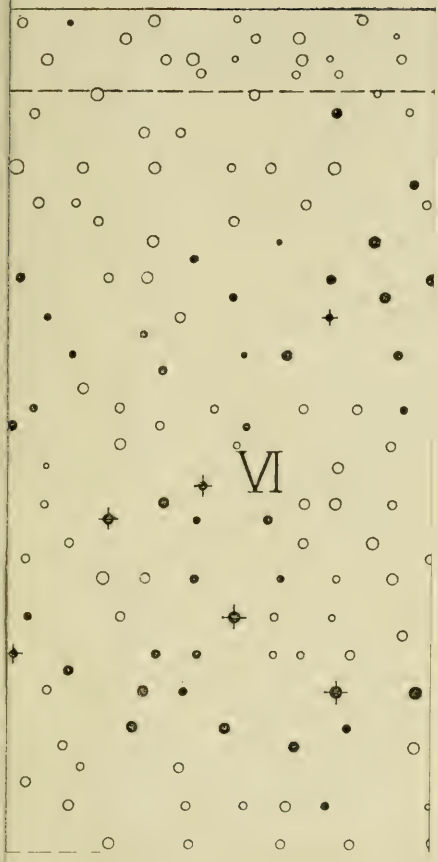


a b

Fig. 3. Kartor från försöksytan 41 å kronoparken Lilla Svältan. Skala 1 : 500 för marken, 1 : 125 för trädens grundytor vid brösthöjd. a) avd. II, svag låggallring; b) avd. I, rensningsgallrad jämförelseyta.

- Kvarstående träd (arbres restant sur pied)
- Snöbrutna » (arbres avec des dégâts de neige)
- Vindfällda » (chablis)

Cartes des parcelles 41 : II (carte a; faible éclaircie par le bas) et 41 : I (carte b, parcelle de comparaison, éclaircie-nettoiement), Lilla Svältan. Échelle 1 : 500 pour le terrain, 1 : 125 pour les bases des arbres.


VI

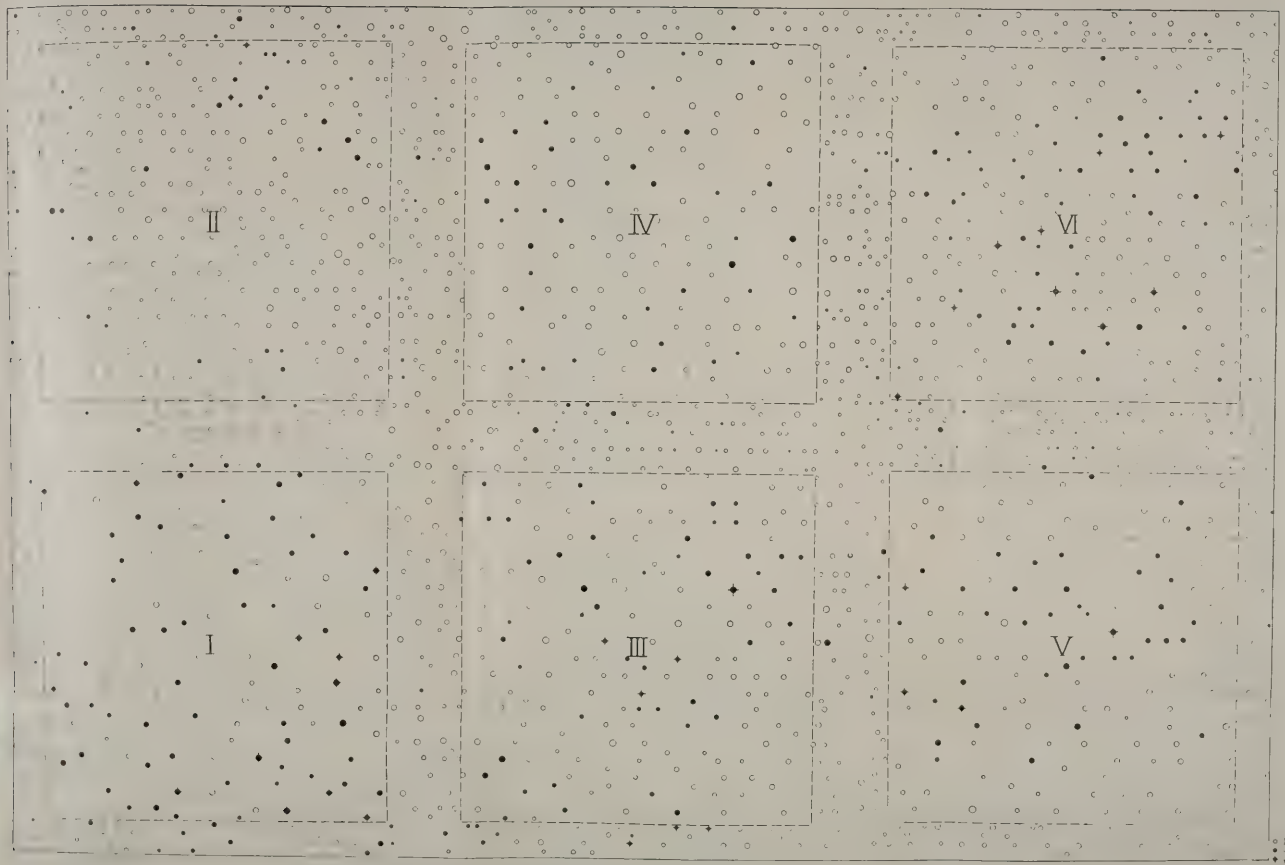


Fig. 2. Karta över försöksytan 48 å Kronojarken Lilla Svältan, Västergötland. Skala för marken 1 : 500, för trädens grundyta vid brösthöjd 1 : 125.
Carte de la parcelle 48, forêt de l'Etat Lilla Svältan, Vastergötland. Echelle 1 : 500 pour le terrain, 1 : 125 pour les bases des arbres

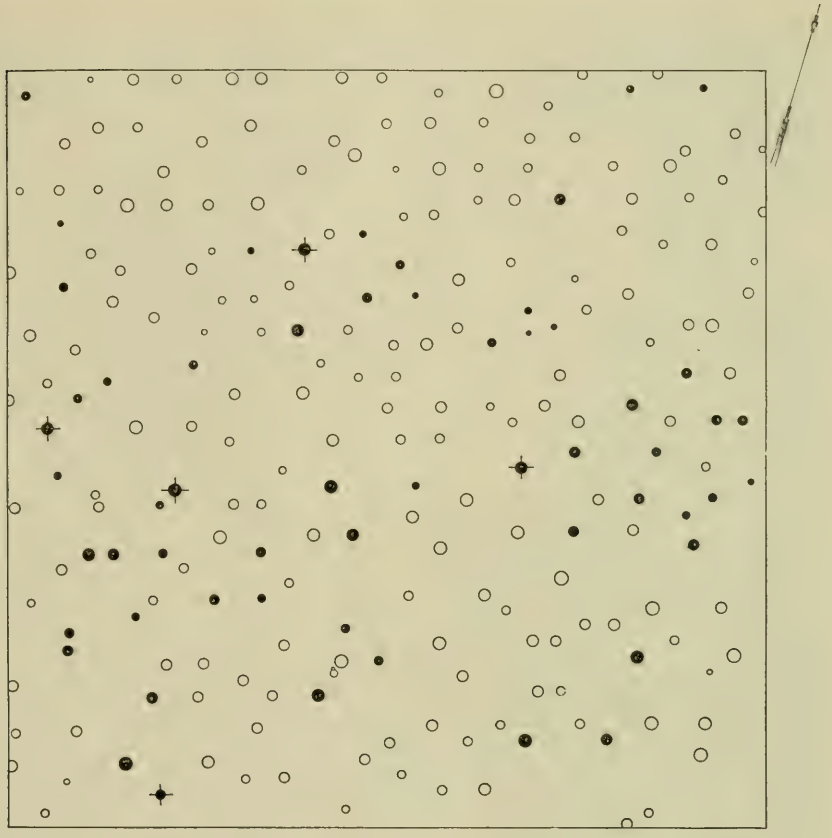


Fig. 3 c. Karta från försöksytan 41, avd. III. Skala 1 : 500 för marken och 1 : 125 för trädens grundytor. Avdelningen starkt låggallrad. Teckenförklaring se föregående sida.
Carte de la parcelle 41 : III. Forte éclaircie par le bas. Échelle et signes comme dans la fig. 3.

Avd.	Gallringsform Méthode d'éclaircie	Antal kvarlämnade träd i juni 1921 per har Nombre d'arbres laisses en juin 1921, par ha	Gallringsprocent i juni 1921 Bois abattu juin 1921	Total gallringsprocent t. o. m. juni 1921 Bois exploité jusqu'en juin 1921	Snöbrottsprocent Taux de dégâts de neige
I	Rensningsgallring	1 824	6,1 %	21,8 %	3,4 %
II	Svag låggallring	1 468	10,7 %	29,3 %	6,4 %
III	Stark »	924	25,0 %	50,7 %	22,3 %

Vid tidigare gallringar å dessa ytor ha uttagits många träd, som tytt på »tyskt» ursprung. Nu ser dock beståndet bättre ut, varför det förefaller sannolikt, att det uppdragits med blandat frö (svenskt och utländskt), vilket som bekant förr var synnerligen vanligt.

Även å kronoparken Stora Svältan har försöksanstalten några våren 1921 anlagda försöksytor i då 52-åriga tallbestånd, där det också är av intresse att observera snöbrottens omfattning. Skogsodlingen på Stora Svältan påbörjades år 1868. Det är sålunda i några av de äldsta kul-

Tabell 3. **Uppskattningsresultat från nyanlagda försöksytor i tallbestånd å kronoparken Stora Svältan.**
Inventaires de places d'essai récemment établies, futaie de pin, forêt de l'Ètat Stora Svältan.

Försöksyta Parcelle	Uppskattningstidpunkt Date de l'inventaire	Behandling Traitement	Beståndets ålder Âge, ans år	Trädslag Essence	Kvarvarande bestånd Arbres restants						Utgallrat virke Arbres exploités							Summa kubikmassa Volume totale
					Stamantal Nombre	Grundyta Base	Medeldiam. Diam. moy.	Medelhöjd Hauteur moy.	Kubikmassa Volume		Stamantal Nombre	Grundyta Base	Medeldiam. Diam. moy.	Medelhöjd Hauteur moy.	Kubikmassa Volume		Gallrings Bois abattu	
									m³	Bark Écorce					m³	Bark Écorce		
					st.	m²	cm	m		%	st.	m²	cm	m		%	%	m³
552 I	19 $^{6}/_{6}$ 21	Stark låggallring ..... Forte écl. p. l. bas	52	tall	869	19,44	16,9	14,3	135,2	16,1	400	5,57	13,3	12,5	34,8	17,4	20,5	170
»	19 $^{19}/_{12}$ 21	Snöbrottsavverkning . Coupe à cause d. dég. d. neige	—	—	744	17,04	17,1	14,4	118,7	16,0	125	2,40	15,6	14,0	16,5	16,4	12,1	135,2
552 II	19 $^{19}/_{12}$ 21	Jämförelseyta ..... Parcelle de comparasion	—	tall	1 187	23,61	15,9	14,0	162,5	16,3	40	0,90	16,9	14,3	6,3	16,0	3,7	168,7
553 I	19 $^{6}/_{6}$ 21	Stark låggallring..... Forte écl. p. l. bas	52	tall	1 199	18,04	13,9	12,7	116,8	18,4	880	7,53	10,4	10,9	43,0	19,5	26,0	159,8
	19 $^{19}/_{12}$ 21	Snöbrottsavverkning . Coupe à cause d. dég. d. neige	—	—	1 102	16,73	13,9	12,7	108,4	18,4	97	1,31	13,2	12,5	8,4	18,5	7,2	116,8
553 II	19 $^{19}/_{12}$ 21	Jämförelseyta ..... Parcelle de comparasion	—	—	1 246	23,44	15,5	12,8	152,4	18,1	28	0,57	16,2	13,1	3,8	17,9	2,4	156,2
554	19 $^{7}/_{6}$ 21	Stark låggallring..... Forte écl. p. l. bas	52	tall	590	21,00	21,3	17,3	171,2	14,7	368	6,03	15,5	15,5	55,7	15,7	24,5	227,1
	19 $^{19}/_{12}$ 21	Snöbrottsavverkning . Coupe à cause d. dég. d. neige	—	—	576	20,35	21,2	17,3	166,1	14,7	14	0,65	24,2	17,6	5,3	14,4	3,1	171,4

Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml. Fot. G. Schotte 5 dec. 1921.

Fig. 4. Snöbrott och vindfällen i försöksytan 48, avd. III. Kronoparken Lilla Svältan, Västergötland.

Dégâts de neige et chablis, parcelle 48 : III. Lilla Svältan, Västergötland.

turbestånden som de försöksytor anlagts, varifrån siffermaterial återfinnes i tabell 3.

Detta material tillhör 3 skilda boniteter. Den svagaste representeras av ytan 553. I denna utgallrades i juni 1921 880 träd vid 27 % gallring. På grund av snöskadorna ha i dec. 1921 måst utgallras 97 träd per hektar med 7,2 % av virkesmassan. I en invid ytan upptaxerad mindre tillfällig yta funnos blott 28 snöskadade träd per hektar eller 2,4 % av virkesmassan. Det är några år sedan gallringen gick över trakten, där jämförelseytan uppskattades.

Medelboniteten representeras av ytan 552. Här utgallrades i juni 1921 400 stammar per hektar vid 20 % gallring — kvarstående blevo 869 stammar. När snöbrotten tillvaratogos i december, måste avverkningen omfatta 125 träd per hektar och 12,1 % av virkesmassan. I icke nygallrad del av beståndet upptaxerades en mindre provyta, som visade, att endast 40 träd per har voro snöskadade eller 3,7 % av virkesmassan.

Å bästa boniteten (ytan 554) ha endast få snöbrott inträffat, närmast kanske beroende på beståndets belägenhet. Vi finna av tabell 3, att vid gallringen i juni uttogs 368 träd per hektar (kvarstående stamantal 590 träd) med en gallringsprocent av 24,5 % av virkesmassan. Här snöskadades endast 14 träd per hektar, 3,1 % av virkesmassan.

Studerar man närmare de dimensioner, som varit utsatta för den svåra oktoberkalamiteten, så visar det sig att det snarare äro grövre träd än svagare, som skadats genom snöbrotten. Detsamma inträffade vid den starka snöstormen den 15 maj 1915. Vid snötryck är det däremot de lägre kronskiktens träd, som bli mest skadade.

* * *

Iakttagelserna från oktoberstormen 1921 visa uppenbart att vid så exceptionella förhållanden som riklig nederbörd av våt snö i förening med stark storm det ej hjälper, att bestånden härdats genom flera och kraftiga gallringar. Vi ha emellertid sett, att nygallrade bestånd lida mest även vid dylika tillfällen. Då emellertid nederbörd av våt snö och häftig storm ej inträffar alltför ofta, få dylika kalamiteter ej avhålla skogsmannen från att gallra. Jag har här blott utan varning för starka gallringar velat framlägga några slående exempel på vad man någon gång kan ha att riskera efter färska gallringar. Vill man ej löpa risken att få sina bestånd alltför glesa, synes mig den nu skildrade skadegörelsen peka på, att man vid gallringarna och ljushuggningarna även bör lämna kvar en del reservträd i andra kronskiktet under förutsättning att trädens placering möjliggör detta. Dessa träd kunna däremot å andra sidan lätt skadas genom snötryck.

Snöskador i granbestånd.

I den äldsta granplanteringen å *kronoparken Stora Svältan* har Skogsförsöksanstalten tvenne ytor, som gallrades av försöksanstalten första gången år 1916. Den ena ytan genomhöggs med stark låggallring,

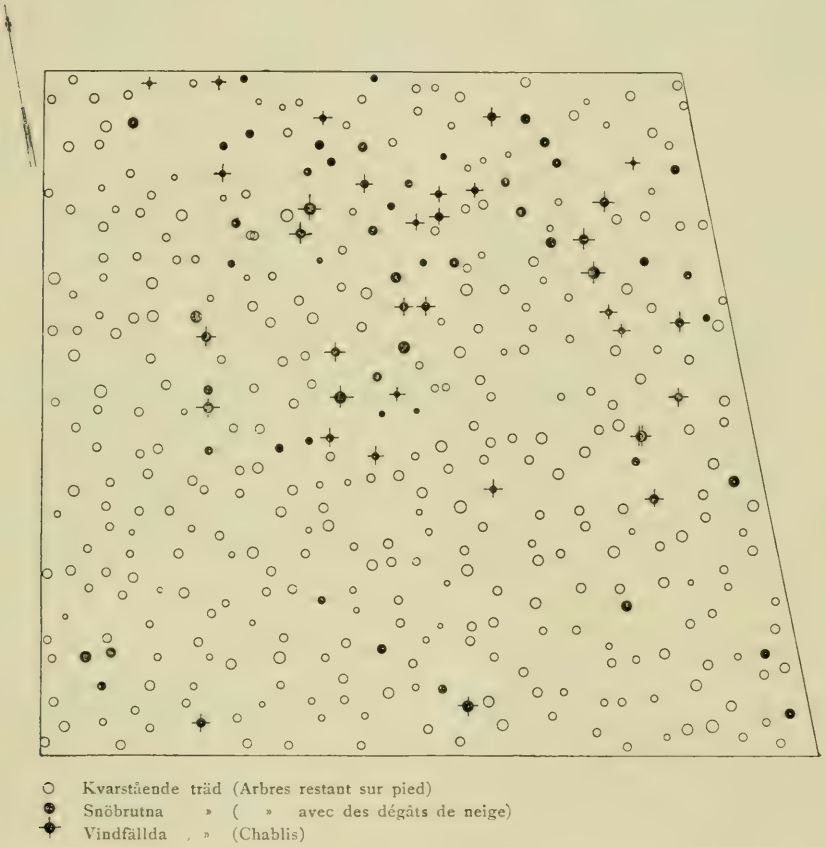


Fig. 5. Karta över granytan 551 å kronoparken Stora Svältan. Skala 1: 500 för marken och 1: 125 för trädens grundyta.

Cartes de la parcelle 551, forêt de l'État Stora Svältan. Échelle 1 : 500 pour le terrain, 1 : 125 pour les bases des arbres.

den andra genom stark krongallring. Efter denna gallring inträffade å dessa ytor en del snöbrott. — Ytorna genomgallrades ytterligare våren 1921. Vid oktoberstormen skadades en hel del träd, dock ej i så stor omfattning, emedan bestånden ändå äro relativt väl slutna. I den krongallrade ytan måste uttagas 56 träd per hektar, 5,4 % av virkesmassan; i den låggallrade ytan 44 träd per hektar 5,2 % av vir-

Tabell 4. **Uppskattningsresultat från försöksytor**
Inventaires de places d'essai dans deux futaies

Försöksyta / Parcelle	Uppskattningstidpunkt / Date de l'inventaire	Beståndets ålder / Age d. l. futaie, ans	Trädslag / Essence	Kvarvarande bestånd / Arbres restants, par ha: Stamantal / Nombre	Grundyta / Base	Medeldiam. / Diam. moy	Medelhöjd / Haut. moy	Kubikmassa / Volume		Utgallrat / Arbres: Stamantal / Nombre	Grundyta / Base	Medeldiam. / Diam. moy.
		år			m^2	cm	m	m^3	Bark / Ecorce %		m^2	cm
												Stark låg- *Forte éclaircie*
349: I	1916	46	gran	1,852	28,73	14,1	14,9	217,69	10,5	420	3,75	10,7
			tall	16	0,41	18,0	15,8	3,24	10,2	128	3,44	18,5
			S:a	1,868	29,14	—	—	220,93	—	548	7,19	—
	1921	51	gran	1,228	26,29	16,5	16,5	229,06	10,2	624	6,97	11,9
			tall	4	0,18	23,9	17,4	1,62	10,0	12	0,29	17,7
			S:a	1,232	26,47	—	—	230,68	—	636	7,26	—
	$19^{18}/_{12}21$	—	gran	1,184	24,95	16,4	16,5	217,03	10,2	44	1,34	19,7
			gr.o.t.	1,188	25,13	—	—	218,65	—	44	1,34	—
												Stark kron- *Forte éclaircie*
II	1916	46	gran	1,848	31,66	14,8	16,5	266,20	9,6	200	3,15	14,1
			tall	8	0,25	19,9	17,9	2,22	9,5	108	3,13	19,2
			S:a	1,856	31,91	—	—	268,42	—	308	6,28	—
	1921	51	gran	1,412	29,30	16,2	17,8	266,46	9,6	436	7,08	14,4
			tall	—	—	—	—	—	—	8	0,29	21,6
			S:a	1,412	29,30	16,2	17,8	266,46	9,6	444	7,37	—
	$19^{18}/_{12}21$	—	gran	1,356	27,76	16,1	17,8	251,95	9,6	56	1,54	18,7
												Stark låg- *Forte éclaircie*
551	$19^{9}/_{6}21$	42	gran	1,921	28,48	13,7	14,3	213,20	11,4	1,295	11,36	10,6
	$19^{19}/_{12}21$	-	»	1,520	22,85	13,8	14,3	171,25	11,4	401	5,63	13,4

i granbestånd å kronoparken Stora Svältan.

d'épicéa, fortêt de l'État Stora Svältan.

virke exploités				Totalproduktion Rendement total					Årlig löpande tillväxt Accroissement pér. ann.						Årlig medeltillv. i kbm av Accr. moy. ann.	
Medelhöjd Haut. moy	Kubikmassa Volume		Gallrings Bois abattu	Kubikmassa Volume	Därav Du volume total				Diam.	Grundyta Base		Höjd Hauteur	Kubikmassa Volume		kvarv. best. Peupl. restant	total-produktion Total
	m³	Bark Écore			ved-virke Bois	bark Écore	gallrings Bois abattu			m²	%		m³	%		
m		%	%	m³	m³	%	%		mm			m				
gallring. *par le bas.*																
12,6	23,84	11,6	9,9	241,53	215,94	10,6	9,9		—	—	—	—	—	—	4,73	5,25
14,6	21,63	17,1	8,7	24,87	20,85	16,2	87,0		—	—	—	—	—	—	0,07	0,54
-	45,47	-	17,1	266,40	236,79	11,1	17,1		—	—	—	—	—	—	4,80	5,79
14,0	52,31	11,8	18,6	305,21	272,78	10,6	25,0		2,0	0,91	2,94	0,22	12,74	5,11	4,49	5,98
16,3	2,05	16,4	55,9	25,30	21,11	16,6	93,6		2,8	0,01	2,27	0,18	—	—	0,03	0,50
---	54,36	—	19,1	330,51	293,89	11,1	30,2		—	0,92	2,93	—	—	—	4,52	6,48
17,0	12,03	10,1	5,3	305,21	272,78	10,6	28,9		—	—	—	—	—	—	—	—
—	12,03	—	5,2	330,51	293,89	11,1	33,8		—	—	—	—	—	—	—	
gallring. *par le haut.*																
16,2	25,56	9,8	8,8	291,76	263,46	9,6	8,8		—	—	—	—	—	—	5,78	6,34
14,3	19,19	18,4	89,6	21,41	17,69	17,4	89,6		—	—	—	—	—	—	0,05	0,47
---	44,75	—	14,3	313,17	281,15	—	14,3		—	—	—	—	—	—	5,83	6,81
16,4	61,65	10,5	18,8	353,67	319,07	9,8	24,6		2,0	0,94	2,76	0,20	12,38	4,17	5,22	6,93
18,4	2,39	12,7	100,0	21,58	17,77	17,7	100,0		3,4	0,01	3,70	0,1	—	—	—	0,42
—	64,04	—	19,4	375,25	336,84	—	29,0		—	0,95	2,77	—	—	—	5,22	7,35
18,5	14,51	9,5	5,4	375,25	336,84	—	32,8		—	—	—	—	—	—	—	—
gallring. *par le bas.*																
12,9	78,46	13,3	26,9	291,66	256,91	11,9	26,9		—	—	—	—	—	—	5,08	6,94
14,1	41,95	11,4	19,7	291,66	256,91	11,9	41,3		—	—	—	—	—	—	—	—

Tabell 5. **Uppskattningsresultat från gran-**
Inventaires des places d'essai d'epicéa.

N:r	Avd. Par celle	Uppskattningstidpunkt Date de l'inventaire	Beståndets ålder år Âge, ans	Trädslag Essence	Gallringsgrad Méthode d'éclaircie[1]	Kvarvarande bestånd					
						Stamantal Nombre st.	Grundyta Base m²	Medeldiam. Diam. moy cm	Medelhöjd Hauteur moy. m	Kubikmassa Volume m³	Bark Écore %
353	I	$19^{10}/_{6}$ 16		Gran	Krongallring	3,371	23,16	9,4	10,4	128,68	13,7
		$19^{13}/_{6}$ 21		»	»	2,728	21,76	10,1	11,3	134,94	14,0
		$19^{15}/_{12}$21		»	Snöbrottsavverkning	2,350	18,40	10,0	11,2	113,67	14,0
	II	$19^{10}/_{6}$ 16		Gran	Krongallring	4,448	25,93	8,6	9,8	137,51	14,4
		$19^{13}/_{6}$ 21		»	»	3,581	24,00	9,2	10,5	141,59	14,1
		$19^{15}/_{12}$21		»	Snöbrottsavverkning	3,381	22,47	9,2	10,5	132,34	14,2
	III	$19^{10}/_{6}$ 16		Gran	Krongallring	3,557	21,46	8,8	9,7	112,30	14,4
		$19^{13}/_{6}$ 21		»	»	3,000	21,58	9,6	10,4	127,19	14,2
		$19^{15}/_{12}$21		»	Snöbrottsavverkning	2,745	19,43	9,2	10,4	114,22	14,3
352		$19^{18}/_{5}$ 16	45	Gran	Stark krongallring	1,736	27,25	14,1	15,4	220,52	13,1
		»	»	Tall		25	0,48	15,6	15,5	3,89	13,1
				S:a	——	1,761	27,73	—	—	224,41	—
		$19^{14}/_{6}$ 21	50	Gran	Stark krongallring	1,333	27,06	16,1	16,5	232,20	11,1
		»	»	Tall		10	0,22	16,9	16,5	1,92	11,0
				S:a	——	1,343	27,28	—	—	234,12	—
		$19^{16}/_{12}$21		Gran	Snöbrottsavverkning	1,054	21,15	16,0	16,5	181,52	11,1
		»		Tall		10	0,22	16,9	16,5	1,92	11,0
				S:a	——	1,064	21,37	—	—	183,44	—
351		$19^{10}/_{5}$ 16	49	Gran	Stark krongallring	1,673	32,22	15,7	16,7	281,32	10,4
		$19^{14}/_{6}$ 21	54	»	»	1,313	30,85	17,3	17,8	281,73	11,4
		$19^{16}/_{12}$21		»	Snöbrottsavverkning	1,280	30,17	17,3	17,9	275,69	11,4

[1] Krongallring = éclaircie par le haut; snöbrottsavverkning = coupe des arbres endommagés par la neige.

försöksytor å kronoparken Lilla Svältan.
forêt de l'État Lilla Svältan.

Stamantal Nombre st.	Utgallrat virke Arbres exploités: Grundyta Base m²	Medeldiam. Diam. moy cm	Medelhöjd Hauteur moy. m	Kubikmassa Volume m³	Bark Écorce %	Gallrings Bois abattu %	Totalproduktion Rendement total: Kubikmassa Volume m³	Därav Du volume total: vedv:e Bois m³	bark Écorce %	gallr. Bois abattu %	Årlig löpande tillväxt Accroissement period ann.: Diam. mm	Grundyta Base m²	%	Höjd Hauteur m	Kubikmassa Volume m³	%	Årl. medeltillv. i kbm av Accr. moy. ann., m³: kvarv. best. Peupl. rest.	totalprod. Total
7	0,04	8,0	7,0	0,12	16,9	0,1	128,80	111,11	13,7	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
643	4,92	9,9	11,2	29,80	13,7	18,1	164,86	141,86	14,0	18,1	1,20	0,704	2,83	0,18	7,21	4,92	—	—
378	3,36	10,6	11,5	21,27	13,9	15,8	164,86	141,86	14,0	31,1	—	—	—	—	—	—	—	—
49	0,27	8,3	9,7	1,30	14,0	0,9	138,81	118,86	14,4	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
867	6,06	9,4	10,3	34,67	14,1	19,7	177,56	152,44	14,1	20,3	1,40	0,826	2,95	0,14	7,75	4,94	—	—
200	1,53	9,9	10,8	9,25	14,0	6,5	177,56	152,44	14,1	25,5	—	—	—	—	—	—	—	—
66	0,23	6,6	8,6	1,04	13,8	0,9	113,34	97,08	14,3	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
557	4,02	9,6	10,2	23,33	14,0	15,5	151,56	130,05	14,2	16,1	1,60	0,828	3,52	0,14	7,64	5,81	—	—
255	2,15	10,4	10,7	12,97	14,1	10,2	151,56	130,05	14,2	24,6	—	—	—	—	—	—	—	—
344	5,05	13,7	15,2	39,79	13,2	15,3	260,31	226,13	13,1	15,3	—	—	—	—	—	—	4,90	5,79
40	0,76	15,6	12,3	4,36	18,9	52,8	8,25	6,91	16,2	52,8	—	—	—	—	—	—	0,09	0,18
384	5,81	—	—	44,15	—	16,4	268,56	233,04	—	16,4	—	—	—	—	—	—	4,99	5,97
403	5,51	13,2	15,2	44,97	11,0	16,2	316,96	281,00	11,3	26,7	2,80	1,064	3,56	0,16	11,33	4,55	4,64	6,34
15	0,29	15,7	15,5	2,09	15,3	52,1	8,37	7,01	16,2	77,1	1,00	0,006	1,21	0,08	—	—	0,04	0,17
418	5,80	—	—	47,06	—	16,7	325,33	288,01	—	28,0	2,80	1,070	3,52	0,16	—	—	4,68	6,51
279	5,91	16,4	16,5	50,68	11,1	21,8	316,96	281,00	11,3	42,7	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	8,37	7,01	16,2	77,1	—	—	—	—	—	—	—	—
279	5,91	—	—	50,68	—	21,6	325,33	288,01	—	43,6	—	—	—	—	—	—	—	—
247	4,94	15,9	16,9	41,65	10,2	12,5	322,97	289,58	10,3	12,9	—	—	—	—	—	—	5,74	6,59
360	6,57	15,2	17,3	59,72	11,5	17,5	383,10	339,86	11,3	26,5	2,40	1,04	2,99	0,20	12,03	3,86	5,22	7,09
33	0,68	16,0	17,4	6,04	11,7	2,1	383,10	339,86	11,3	28,0	—	—	—	—	—	—	—	—

kesmassan (se tab. 4). Ganska grova dimensioner ha fallit i båda avdelningarna såsom regel är vid dylika snöbrott. — I en 9 år yngre granplantering, 42 år gammal, anlades våren 1921 en försöksyta (se tabell 4), som låggallrades starkt, varvid 27 % av virkesbeloppet uttogs. Här inträffade i oktober förödande snöbrott, snötryck och vindfällen, allra värst intill en rötlucka inom norra delen av ytan (se fig. 5). Ej mindre än 401 träd måste uttagas per hektar eller en gallringsprocent av ytterligare 19,7. Den ursprungliga gallringen våren 1921 kan ej anses varit för stark i och för sig och det kvarvarande stamantalet var säkerligen ganska normalt, det motsvarar förresten rätt nära FABRICIUS'[1] typ III i »Tilvækstoversigt for gran paa Fyn». Dock har det varit av stort men, att den första gallringen verkställts så pass sent som vid beståndets 42-år, men så måste tyvärr ofta ske i vårt land. Vad detta bestånd beträffar, måste det betraktas som ren otur att gallringen skedde så omedelbart före oktobersnöfallet.

Utmed stora landsvägen och strax nordost om Hönestorps kronojägareboställe å *kronoparken Lilla Svältan* uppskattades och gallrades i ett granbestånd å svagare mark 3 försöksytor, där granarna förekomma i växlande förband. I rader inspränga tallar av sydländsk proveniens hade tidigare borttagits. Samtliga ytor revideras våren 1921. Här har också inträffat en del snöskador dock i ganska ringa omfattning (se tabell 5). I avd. I ha måst uttagas 378 träd, 15,8 % av virkesmassan, i avd. II 200 träd (6,5 %) och i avd. III 255 träd (10,2 %).

Vida värre ha skadorna blivit å försöksytan 352 utmed landsvägen Ljung—Mörlanda. I det 1916 50-åriga beståndet utgallrades vid försöksytans anläggning 16,4 %, vid revisionen 1921 16,7 %. Här har i dec. 1921 måst uttagas 279 granar per hektar eller ytterligare 21,6 % av virkesmassan (se tabell 5). Beståndet är planterat 1873 med 2 rader tall och 2 rader gran. Första gallringen skedde i beståndet 1893 och sedan har det gallrats två gånger före år 1916, varvid nästan all tall uttagits. Beståndet har genom att granarna stått i bälten skadats mera än som annars sannolikt blivit fallet.

Å granförsöksytan helt nära minnesstenen över jägmästare GYBERG invid samma landsväg ha däremot snöskadorna varit mycket ringa. Beståndet här uppdrogs år 1869 med plantering av 1 rad tall och 1 rad gran. Sedermera borttogs tallen helt innan försöksytan 351 anlades 1916. Vid då utförd krongallring avverkades 13 % med allenast 42 kbm. Vid revisionen 1921 togs bort 17,5 %, men hösten 1921 voro endast 33 stammar per hektar skadade. Dessas uttagande ökade gallringsprocenten med 2,1 %.

[1] FABRICIUS, O.: Rødgran paa Fyn. Dansk Skovforenings tidsskr. 1919.

Å *Ollestads kronopark* intill stora landsvägen, norr om vägen, finnes försöksserien 499, anlagd och gallrad första gången år 1918. En parcell behandlades medelst stark krongallring och en med stark låggallring. Härvid uttogos i den förra 2,560 träd och 25,1 % av virkesmassan; i den senare 4,176 stammar och 26,4 % av virkesmassan.

I den krongallrade ytan ha träden skadats värst av snön i oktober 1921. Här uttogos i I kronskiktet 120, i II 56, i III 68 och i IV kronskiktet 68 träd eller sammanlagt 312 träd allt per hektar.

I låggallringen, där 1918 utgallrades 4,176 träd skadades 1921 blott 12 träd i I kronskiktet, 4 i II kronskiktet.

Helt kan dock ej den starka kalamiteten tillskrivas krongallringsmetoden, då snöskadorna farit värst fram kring en lucka, där ett stenröse är beläget. I tabell 6 har för fullständighetens skull medtagits uppskattningsresultaten från hösten 1922, ehuru dessa ej har med snöbrotten att göra.

Snöskador i lärkbestånd.

Den starkt gallrade ytan 350 å kronoparken Stora Svältan har ej alls skadats av snö eller storm under oktoberovädret. Förutom att lärken i regel står sig bra, äro här kronorna numera synnerligen väl och normalt utbildade. Detta bestånd har uppkommit genom att skotsk lärk planterats i rader på 8 meters avstånd. Däremellan har funnits 4 rader av tysk tall, som borttagits. Våren 1916 utgallrades 110 träd (26,5 % av virkesmassan) och kvarstodo 246 träd (208,08 kbm). Våren 1921 utgallrades ytterligare 70 träd per hektar, så att nu endast kvarstå 176 träd och ett virkesbelopp av 172,5 kbm (se vidare tabell 7).

Exempel på försummad gallring i lärkbestånd visar däremot ytan 500 å Ollestads kronopark, där lärken vid 38 år hösten 1918 ännu hade 1,527 stammar. Här borttogos då 691 träd (28,6 % av virkesmassan), men genom snöbrottsavverkning samt gallring hösten 1922 var det nödvändigt att borttaga ytterligare 348 träd (31,4 % av virkesbeloppet), varav 83 träd voro skadade av snötryck sedan oktober 1921. Här måste snötrycket snarare tillskrivas försummad gallring än gallringsingreppet 1918.

Sammanfattning.

Förestående iakttagelser från 14 tallytor, 10 granytor och 2 lärkytor eller sammanlagt 26 försöksytor från en trakt, där snöstormen härjade svårt, har ytterligare visat, vad förf. framhållit förut, eller att vid riklig nederbörd av våt snö i förening *med stark storm* synas inga föregående

Tabell 6. **Uppskattningsresultat från försöksytorna**
Inventaires des places d'essai d'épicéa

Uppskattningstidpunkt / Date de l'inventaire	Beståndets ålder / Âge d. l. futaie, ans	Trädslag[1] / Essence	Kvarvarande bestånd. Arbrrs restants, pro ha: Stamantal / Nombre	Grundyta / Base	Medeldiam. / Diam. moy.	Medelhöjd / Haut. moy.	Kubikmassa / Volume: m³	Bark / Écorce %	Utgallrat. Arbres exploités: Stamantal / Nombre	Grundyta / Base	Medeldiam. / Diam. moy.	Medelhöjd / Haut. moy.
	år		st.	m²	cm	m			st.	m²	cm	m
												Avd. I. Stark
												Forte éclaircie
$19^{17}/_{9}$ 18	43	gran	3,536	29,03	10,2	12,1	188,79	14,2	2,484	8,93	6,8	12,1
		tall	—	—	—	—	—	—	56	1,03	12,0	12,4
		björk	—	—	—	—	—	—	12	0,25	11,6	13,9
		sälg	—	—	—	—	—	—	8	0,02	6,2	11,1
		S:a	3,536	29,03	10,2	12,1	188,79	14,2	2,560	10,23	—	—
$19^{16}/_{12}21$	46	gran	—	—	—	—	—	—	312	2,46	10,0	12,5
$19^{27}/_{9}$ 22	47	»	2,228	22,55	11,3	13,2	162,15	11,2	996	7,73	9,9	12,7
												Avd. II. Stark
												Forte éclaircie
$19^{19}/_{9}$ 18	43	gran	2,645	28,30	11,7	12,6	190,52	13,7	4,107	12,61	6,3	9,3
		tall	—	—	—	—	—	—	45	0,68	13,9	12,1
		björk	—	—	—	—	—	—	24	0,17	9,3	9,7
		S:a	2,645	28,30	11,7	12,6	190,52	13,7	4,176	13,46	—	—
$19^{16}/_{12}21$	46	gran	—	—	—	—	—	—	16	0,16	11,31	12,2
$19^{27}/_{9}$ 22	47	»	1,657	23,69	13,5	13,8	174,70	10,5	972	8,80	10,7	12,0

Tabell 7. **Uppskattningsresultat**
Inventaires de deux places

												Ytan 350: 1 å
$19^{16}/_{5}$ 16	49	lärk	246	19,97	32,2	23,3	208,08	19,2	110	7,49	29,4	23,0
$19^{8}/_{6}21$	54	»	176	16,15	34,2	24,0	172,5	19,0	70	5,13	30,5	23,6
												Ytan 500 å
$19^{19}/_{9}$ 18	38	lärk	836	17,25	16,2	15,3	128,63	22,8	691	7,67	11,9	13,3
$19^{26}/_{9}$ 22	42	»	488	13,48	18,7	16,7	109,64	19,3	348	6,60	15,5	15,4

[1] gran = épicéa, tall = pin sylvestre, björk = bouleau, sälg = saule, lärk = mélèze.

499: I—II i granbestånd å kronoparken Ollestad.
499: I—II, forêt de l'Etat Ollestad.

virke pro ha			Totalproduktion Rendement total				Årlig löpande tillväxt Accroissement périod. ann.						Årlig medeltillv. i m³ av Accr. moy. ann.	
Kubikmassa Volume		Gallrings Bois abattu	Kubikmassa Volume	Därav Du volume total			Diam.	Grundyta Base		Höjd Hauteur	Kubikmassa Volume		kvarv. best.	total-produktion
m³	Bark Écorce %	%	m³	ved-virke Bois m³	bark Écorce %	gallr. bois abattu %	mm	m²	%	m	m³	%	Peupl. rest.	Total
krongallring. *par le haut.*														
55,72	15,1	22,8	244,51	209,27	14,4	22,8	—	—	—	—	—	—	4,39	5,69
5,84	24,2	100,0	5,84	4,42	24,2	100,0	—	—	—	—	—	—	—	0,14
1,43	25,5	100,0	1,43	1,07	25,5	100,0	—	—	—	—	—	—	—	0,03
0,16	24,4	100,0	0,16	0,12	24,4	100,0	—	—	—	—	—	—	—	
63,15	—	25,1	251,94	214,88	—	25,1	—	—	—	—	—	—	4,39	5.86
16,74	12,3													
53,19	12,1	24,7	287,80	252,65	12,2	43,7	1,75	0,93	3,01	0,23	10,82	5,14	3,45	6,12
låggallring. *par le bas.*														
63,74	18,9	25,1	254,27	215,96	15,1	25,1	—	—	—	—	—	—	4,43	5,91
3,85	24,5	100,0	3,85	2,91	24,5	100,0	—	—	—	—	—	—	—	0,09
0,81	25,9	100,0	0,81	0,60	25,9	100,0	—	—	—	—	—	—	—	0,02
68,40	—	26,4	258,93	219,47	—	26,4	—	—	—	—	—	—	4,43	6,02
1,09	12,2													
57,93	12,3	24,9	297,46	259,55	12,7	41,3	2,0	1,09	3,31	0,18	10,8	5,09	3,72	6,33

från tvänne lärkytor.
d'essai de mélèze.

Stora Sältan.

75,12	20,8	26,5	283,20	227,54	19,7	26,5	—	—	—	—	—	—	4,25	5,78
54,78	19,0	24,1	312,40	243,63	19,4	43,0	2,0	0,26	1,26	0,12	3,84	1,76	3,19	5,60

Ollestads krpk.

51,44	26,2	28,6	180,06	137,34	23,8	28,6	—	—	—	—	—	—	3,39	4,74
50,09	20,7	31,4	211,17	166,20	21,3	48,1	3,25	0,71	3,80	0,25	7,78	5,40	2,61	5,03

härdningar av bestånden kunna hindra avsevärda snöbrottsskador. Å andra sidan har det tydligt framgått, att nyhuggna bestånd lidit mera än relativt slutna. Sålunda ha ljushuggna tallbestånd, ehuru de härdats under en 15-årsperiod, lidit mera än granbestånden, vilka man visserligen också bör gallra starkt, men vilka man sällan helt ljushugger. Lärken har fortfarande visat sig väl motstå alla svårare kalamiteter av detta slag.

RÉSUMÉ.

Sur le danger de dégâts de neige après de très fortes éclaircies.

Durant la nuit du 21 au 22 octobre 1921 tomba dans certaines contrées de la Suède centrale une grande quantité de neige molle et en même temps soufflait un ouragan du nord. À cette occasion beaucoup de peuplements jeunes et d'âge moyen furent dévastés dans les provinces de Västergötland et Småland. Dans le mémoire présent, l'auteur donne de 25 places d'essai dans les forêts de l'État Stora Svältan, Lilla Svältan et Ollestad (latitude environ 58°) des précis sur le nombre d'arbres endommagés et sur la quantité de bois qui a dû être abattu à cause des dégâts. C'était surtout les cimes fortes et bien développées qui rassemblèrent de la neige. De telles cimes s'en couvrirent en effet avec des masses exorbitantes dont le poids surchargeait les tiges qui furent ainsi facilement brisés par l'effort ultérieur causé par la tempête. Les tiges des pins sylvestres furent en général brisées directement sous la cime, souvent à mihauteur des tiges (voir fig. 1 et 4), très rarement les arbres entiers furent abattus. Les épicéas furent plus souvent renversés complètement, ce qui arrivait par places dans des dépressions du terrain ou près des clairières provenant d'une attaque de champignons parasites des racines. Auprès de coupes assises avec peu de prévision p. ex. des coupes à côté des chaussées, il se trouvait aussi des dégâts de neige étendus. Si jamais les épicéas étaient brisés et non renversés complètement la rompure se trouvait en général bien plus haut à la tige que chez les pins.

Le tableau 1 donne pour 6 places d'essai, situées dans une futaie de pin sylvestre et parfaitement comparables entre elles, des chiffres d'inventaires successifs montrant le traitement précédant l'année des dégâts. Chaque parcelle a une surface de 0,25 har sans compter un rideau protecteur de 10 m de largeur autour de chacune d'elles qui a toujours été traité exactement de la même façon que la parcelle elle-même. Dans la futaie qui a 55 ans quatre éclaircies ont été faites sans compter celle qui a dû être faite maintenant à cause des dégâts de neige. Lors de la chute de neige tous les arbres marqués pour la coupe prévue pour cet automne et hiver étaient déjà abattus (dès le mois de septembre) sur les parcelles mêmes mais dans les rideaux ils restaient encore sur pied et devaient être coupés plus tard en hiver. Ces parties non récemment éclaircies ont bien supporté la neige; les parcelles mêmes ont souffert selon le degré d'éclaircie qui avait eu lieu cet automne. Les parcelles les plus fortement éclaircies ont donc souffert le plus, bien que là les arbres ont été fortifiés auparavant par 3 éclaircies assez fortes avant la dernière éclaircie en septembre 1921. La carte fig. 3 illustre le fait. Que réellement les dégâts de neige allaient en augmentant avec le degré d'éclaircie ressort de l'aperçu p. [7]. Le tableau 2 (voir aussi l'aperçu p.

[9]) montre la même chose pour une autre série de trois parcelles comparables entre elles. Les observations à trois places d'essai récemment établies (dont détails dans le tableau 3) montrent aussi que les peuplements récemment éclaircis ont souffert plus que les parties où la dernière éclaircie avait eu lieu quelques années avant la chute de neige désastreuse. Dans le tableau la première ligne indique pour chaque parcelle l'état du peuplement après l'éclaircie d'essai en 1921, la seconde ligne donne le nombre des dégâts de neige sur la même parcelle et la troisième ligne, »parcelle de comparaison», l'inventaire de parties des peuplements restées intactes depuis plusieurs années.

À l'accident étudié, où les dégâts étaient causées par une tempête avec de la neige, plus de grosses tiges que de faibles ont été endommagées, brisées par le poids de la neige. Par contre, ce sont le plus souvent les tiges faibles, les arbres des étages inférieurs, qui sont endommagés par la pression de neige.

Les tableaux 4, 5 et 6 donnent les résultats d'inventaires de peuplements d'épicéa éclaircis d'après différentes méthodes. Il en ressort que seulement la parcelle 551 (tableau 4) qui est récemment éclaircie a été endommagée considérablement, mais que la parcelle 352 où le peuplement est le plus clair a aussi beaucoup souffert. Les autres parcelles ont bien supporté la neige; aussi n'y avait-on pas fait d'éclaircies aussi fortes au mois de septembre que dans les peuplements de pin. Il semble pourtant que les peuplements d'épicéa éclaircis par le haut aient souffert un peu plus que ceux éclaircis par le bas.

Des peuplements de mélèze aux cimes fortements développées n'ont pas souffert du tout, tandis que des peuplements aux tiges trop élancées où l'éclaircie a été négligée ont souffert un peu par pression de neige.

On peut en général éviter des dégâts de neige en faisant de bonne heure de fortes éclaircies. Pourtant cette mesure de précaution ne préserve pas les peuplements dans des cas exceptionels où beaucoup de neige molle se masse sur les arbres et où en même temps un ouragan a lieu. À de pareilles occasions les peuplements serrés et relativement intacts souffrent moins que les clairs. Ces cas assez rares ne devront pourtant pas retenir le forestier de faire de fortes éclaircies.

L. MATTSSON-MÅRN

SNÖTRYCKSKADOR Å UNGTALL.

Under 1916 års fältarbeten vid Statens Skogsförsöksanstalt iakttogs i stor utsträckning snötryckskador å ungbestånd, huvudsakligen yttrande sig i starka stamböjningar och toppbrott. En redogörelse för skadegörelsernas omfattning å befintliga försöksytor har publicerats av professor G. SCHOTTE i Skogsförsöksanstaltens meddelanden, h. 13—14. För att komplettera dessa undersökningar med iakttagelser från mycket unga tallbestånd och följa de skadade stammarnas utveckling en tid anlade förf. å Haddebo kronopark en mindre försöksyta i 20-årigt, relativt glest bestånd, huvudsakligen av tall. Försöksytan kartlades i vanlig ordning, varvid stammarna numrerades å kartan. Stam för stam beskrevs därefter med avseende på de skador, som tillfogats desamma.

Sedermera har försöksytan besökts såväl åren 1917 och 1918 som innevarande år, 1922, och har vid dessa besök förnyad beskrivning utförts. I huvudsak kan sägas, att stammarna återhämtat sig förvånande väl. Under de första två åren föreföll det visserligen, som om krökar i äldre stamdelar skulle vara så gott som obotliga. Åren 1918—1922 ha emellertid i stor utsträckning även sådana krökar uträtats. Resultatet torde bäst framgå, om de olika beskrivningsprotokollen i sin helhet återgivas (tab. 1).

Tab. 1. **Beskrivning över skadade stammar.**
Détails sur les arbres endommagés.

Stam n:r och träd-slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1,3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
1 gran	2,0	1,5	krök vid 0,9 m, i 1906	krök 1906, återkrökning 1910—1911, upprät	oförändrad	felfri
2 tall	2,0	1,5	stark krök vid 0,9 m, 1906	oförändrad	oförändrad	felfri

Stam n:r och träd-slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1,3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
3 tall	2,1	2,4	svag krök vid roten	märkbar krök vid roten	oförändrad	rotkröken svagt synlig
4 tall	4,0	3,5	toppskott böjt	felfri	——	——
5 gran	4,4	4,0	rotkrök, 30°—40° lutning mot marken	rotkrök oförändrad, återkrökning i 1912	oförändrad	45° lutning mot marken, överkrökning 1911, återkrökning 1918
6 tall	4,0	3,5	krök 1913	svag krök 1913	svag krök 1913	felfri
7 tall	1,9	2,3	krök 1914	felfri	——	——
8 tall	1,0	1,6	lutande, märgborrskadad	oförändrad	oförändrad, svag	döende
9 tall	1,1	1,5	krök till rät vinkel i 1913—1915	synlig krök i 1913	krök 1913 svagt synlig	döende, kräftartat sår i 1913, rak
10 gran	1,2	1,3	svag långkrök	felfri	——	——
11 tall	3,5	3,5	långkrök från roten, 1915 årstopp 1,7 m från marken	rotkrök oförändrad, återkrökning 1913, 1915 års topp 3,1 m från marken	oförändrad	död, avbruten, förmodligen nytt snötryck
12 tall	4,0	3,2	krök 1,1 m från roten 1906, toppskott riktat mot marken, 1914 års topp ersatt av kransgren	krök 1906 synlig	krök 1906 synlig, svag bajonettform 1914	felfri
13 tall	—	1,3	svag långkrök	felfri	svag	döende
14 gran	1,5	2,0	krök vid 0,4 m 1907	krök 1907 svagt synlig	felfri	rak, kräftsår i gamla kröken
15 tall	—	1,3	långkrök, 45°—50° lutning mot marken	felfri	——	——
16 tall	—	1,3	långkrök, 45°—50° lutning mot marken	felfri	——	——
17 tall	1.5	2,0	svag långkrök	felfri	——	——
18 tall	1,1	1,5	krök i 1909	felfri	——	——
19 tall	2,9	2,5	böjd parallellt med marken	bruten	döende	död
20 gran	3,0	3,1	svag krök i 1907, därefter långkrök	krök 1907 synlig	krök 1907 svagt synlig	felfri
21 tall	2,0	2,5	bruten vid 1,0 m	död	——	——

Stam n:r och träd-slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1.3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
22 tall	1,5	2,5	krök vid 0,1 m och 1,0 m, 1908, samt 1914	krök vid 0.1 m	krök vid 0,1 m, kräfta i 1908	döende, oförändrad
23 tall	2,0	2,0	krök vid 0.8 m, krök eller brott 1911	oförändrad	oförändrad	död
24 tall	1,3	2,0	rotkrök, svag	oförändrad	oförändrad	död
25 tall	3,5	3,5	långkrök till 60° lutning mot marken	återkrökning i 1913	oförändrad	svag lutning, nära felfri
26 tall	3,0	3,5	brott 0,9 m från roten	död	——	——
27 tall	3,0	3,1	svag krök 1914	felfri	——	——
28 tall	2,0	2,0	bräckt	död	——	——
29 tall	2,3	2,0	krök i roten och 1915	något lutande, eljest felfri	felfri	——
30 gran	4,3	4,0	långkrök, toppen 3 m från marken	lutande, överkrökning 1912	lutande, överkrökning 1912, återkrökning 1915	svagt lutande, eljest oförändrad
31 tall	3,5	3,0	långkrök till 30° lutning mot marken	lutande, återkrökning 1912	oförändrad	rotdelen lutande, nära felfri
32 tall	1,0	1,8	krök vid 0,3 m och i 1913	krök 1913 synlig, sår i kröken	oförändrad, älgskadad	död
33 tall	5,5	4,0	toppbruten i 1914	oförändrad, kransgren växer upp	oförändrad	bajonettformad 1914
34 tall	1,5	2,0	krök vid 0,2 m, 45° lutning mot marken	krök vid 0,2 m, 70° lutning mot marken	oförändrad	oförändrad, kräftsår i kröken
35 tall	1,5	2,0	långkrök, 60° lutning mot marken	svag rotkrök, återkrökning 1911	oförändrad	felfri
36 tall	—	1,4	svag krök 1911, toppskott 1915 bräckt	rak, toppskott 1915 läkt	felfri	——
37 tall	2,4	2,2	1915 års topp borta, svag krök 1914	rak, kransgren 1915 växer upp	bajonettkrök 1915	mycket svag bajonettkrök 1915, felfri
38 tall	1,5	1,8	bruten vid 1,3 m	oförändrad	——	död

Stam n:r och träd slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1,3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
39 tall	1,3	1,7	från 1910, 0,5 m, parallellt med marken, toppskott mot marken	svag krök 1910, återkrökning 1913	upprät med småkrökar	rak, på grund av andra skador döende
40 tall	1,3	1,5	svag krök 1913, krök 1915	felfri	——	——
41 tall	1,9	1,7	1915 års topp borta, 1914 böjd vid basen, två kransgrenar 1915 växa upp	oförändrad	en kransgren dominerar	mycket svag bajonettkrök 1915
42 tall	—	1,2	svagt böjd	felfri	——	——
43 tall	—	1,1	krök vid 0,1 m	krök svagt synlig	oförändrad	rak, kräftsår i gamla kröken, döende
44 tall	4,3	2,7	krök från roten, toppen 1,5 m från marken	1916 års topp 2,5 m från marken, upprät, lutande från roten, överkrökning 1912	oförändrad	oförändrad
45 tall	2,0	2,2	svagt böjd 1913	rak	——	——
46 tall	1,1	1,6	1912 års topp död, kransgren växer upp	oförändrad	skadan 1912 svagt synlig	felfri
47 tall	2,4	2,3	långkrök med krökar 1,4 och 2,0 m från marken, toppen 1,5 m från marken	rotryckt	oförändrad återkrökning 1912	borthuggen
48 tall	—	1,2	krök 1913	felfri	——	——
49 tall	—	0,7	svagt böjd	felfri	——	——
50 tall	3,0	2,7	svag krök i roten och 0,6 m från marken, toppskott horisontellt, 2,3 m från marken	svagt lutande, nära felfri	felfri	——
51 tall	2,0	2,1	svag krök vid 1,2 m, 1915 års topp borta	rak, kransgren ersätter 1915 års topp	S-krök i 1915	felfri
52 tall	1,4	2,1	böjd från 1,3 m	något lutande från marken	felfri	——

Stam n:r och träd-slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1,3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
53 tall	1,3	1,7	krök 1910 0,5 m från marken, från 1914 horisontell	svag krök synlig i 1910	felfri	——
54 tall	1,7	2,0	krök från 1910	krök 1910 svagt synlig	felfri	——
55 tall	2,0	2,2	krök vid roten och i 1914, 1915 parallell med marken	krök 1914 svagt synlig	felfri	——
56 tall	4,2	3,7	svag krök från 0,4 m	felfri	——	——
57 tall	1,5	1,9	svag krök 1909	krök 1909 svagt synlig	felfri	——
58 tall	—	1,3	krök 1910 till 45° lutning mot marken, krök 1914, toppskott mot marken	rak, 1914 års krök ännu i rät vinkel	oförändrad	rak, någon krok i gamla kröken 1914
59 tall	—	1,2	svag långkrök, tvärkrök 1914 till horisontellt läge, 1915 något uppåtriktad	rak, tvärkrök 1914 något synlig, överkrökning 1915	krök och överkrökning ännu synliga, eljest felfri	rak, någon krok i 1914—1915
60 gran	2,1	1,9	krök 1909 till 45° lutning	svag krök 1909, återkrökning 1912	oförändrad	krök 1909 svagt synlig, eljest felfri
61 tall	1,5	2,0	långkrök från roten	något böjd i roten, återkrökning 1912	oförändrad	rak
62 tall	3,2	3,0	långkrök 1904 t. 1912, 1913 krök eller möjl. brott, toppen mot marken, 1914 års topp ej utvecklad	svag krök 1904, lutande, krök 1913 svagare, 1914 års topp död, kransgren växer upp	krök 1913 synlig, något lutande	rak men något bajonettformad i 1914, kräftsår 1914
63 tall	4,4	3,4	krök 1906 vid 0,6 m, från 1,7 m horisontell, 1914 års topp 1,5 m över marken, skarp krök nedåt	krök 1906 oförändrad, överkrökning 1912, krök 1914 synlig, toppen 2,4 m över marken	nära oförändrad, 1914 års topp 1,7 m från marken	nära oförändrad
64 tall	—	—	bruten 1909	kransgren 1909 växer upp	döende	död

Stam n:r och träd-slag No. et essence	Dimensioner år 1916 Dimensions en 1916 Brösth.-diam. cm Diamètre à 1,3 m du sol	Höjd m Hauteur m	Beskrivning État des tiges en 1916	1917	1918	1922
65 tall	1,5	2,2	svag långkrök från 0.5 m	mycket svag långkrök från 0,5 m	oförändrad	rak
66 tall	2,7	3,5	svag långkrök	felfri	——	——
67 tall	3,0	2,7	långkrök från roten, krök 1914, 1915 horisontellt, 1,9 m över marken	svag lutning från roten, återkrökning 1913, 1916 års topp 2,7 m från marken	så gott som rak	felfri
68 tall	1,5	1,8	svag långkrök, krök 1914 till horisontellt läge	så gott som rak	oförändrad	rak
69 tall	1,5	1,9	svagt böjd	rak	——	——
70 tall	—	—	bruten vid 0,2 m	död	——	——
71 tall	3,5	4,0	krök 1912, toppen horisontell	rak, stark förtjockning 1912	oförändrad	kräftsår i 1912
72 tall	4,5	3,5	svag långkrök	felfri	——	——
73 tall	2,9	2,8	svag krök i 1914	felfri	——	——

Les années (1906—1915) dans les quatre dernières colonnes du tableau indiquent les pousses correspondantes, c. à. d. les entrenoeuds datant des années indiquées. — Pour explication du texte de ces colonnes, voir en outre p. 528.

Explications pour le tableau 1.

Älgskadad = endommagé par des élans; ännu = encore; oooo års = de l'année de oooo; återkrökning = courbure régulatrice: avbruten = rompu. Böjd, böjt = courbé; borta = disparu; bräckt = brisé; brott = rompure; bruten = rompu. Döende, död = mourant, mort. Ej utvecklad = non développé; eljest = outre cela; ersatt, ersätta = remplacé, remplaser. Felfri = sans courbure; förmodligen nytt snötryck = probablement nouvelle pression de neige; förtjockning = épaississement; (oo m) från marken = (oo m) du sol. Gran = epicéa; i gamla kröken = dans l'ancienne courbure. Kräftsår, kräftartat sår = plaie chancreuse; krök = courbure. Läge = position; läkt = guéri; långkrök = courbure douce (à long rayon); lutande = penché; lutning mot = inclinaison vers. Märgelskadad = en dommagé par des insectes; märkbar = visible; marken = le sol; mycket = très. Något = un peu; nära = presque; nedåt = vers en bas. Oförändrad = comme auparavant; över = au-dessus de; överkrökning = courbure régulatrice dépassant la verticale. På grund av andra skador = par suite d'autres dégâts. Rak = droit; till rät vinkel = en angle droit; riktat mot = dirigé vers; rotdelen = partie basale; rotkrök = courbure dans la base. Så gott som = presque tout à fait; sår = plaie; skadan = le dégât; skarp = brusque; med småkrökar = (avec) de petites courbures; stark = fort; svag(are) = (plus) faible; synlig = visible. Tall = pin sylvestre; toppen = le faîte; toppbruten = à cime brisée; två = deux; tvärkrök = courbure brusque (à rayon court). Uppåtriktad = dirigé vers le haut; uppåt = vertical. Växer(-a) upp = se dresse(nt).

Sammanlagt ha alltså 73 skadade stammar beskrivits. Å försöksytan funnos dessutom följande felfria stammar av olika dimensioner vid brösthöjd:

Brösthöjdsdiam. ..... cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tall ..... st.	3	3	—	4	5	1	1	2	1	1
Gran ..... »	1	1	—	1	1	—	—	1	—	—
Summa st.	4	4	—	5	6	1	1	3	1	1

eller summa 26 st.

Totala stamantalet å ytan var alltså 99 st., av vilka 73 eller omkring $^3/_4$ skadade. Jämföras de skadade och oskadade stammarna med avseende på dimensionen erhålles:

Brösthöjdsdiameter	cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa st.
Skadade	st.	12	11	26	9	14	1	—	—	—	—	—	73
Oskadade	»	—	4	4	—	5	6	1	1	3	1	1	26
Summa	st.	12	15	30	9	19	7	1	1	3	1	1	99

Som synes är det i huvudsak småstammarna, som blivit hårt åtgångna. Medan endast en stam över 4 cm skadats, äro hälften av de oskadade stammarna över denna dimension.

Av de skadade stammarna hade 12 stycken år 1922 dött. Av dessa 12 stammar torde åtminstone 8 ha gått under på grund av de skador, snötrycket åstadkommit. De dödade stammarna återfinnas i huvudsak i de lägre stamklasserna. Huvudparten av stammarna ha helt återställts. År 1922 funnos nämligen endast 10 levande stammar kvar, vilka i större eller mindre utsträckning företedde spår av den dem övergångna skadegörelsen.

Utvecklingen har alltså varit följande:

Av ursprungligen 99 stammar ha 26 stycken förblivit oskadade av snöbrott. Av 73 skadade stammar ha 8 dött på grund av skadorna och 4 på grund av andra orsaker, 10 stycken förete ännu efter sex år spår av skadegörelsen medan 51 stycken helt återhämtat sig.

Hur tillfrisknandet under årens lopp i detalj fortgått, framgår, som redan nämnts, bäst av beskrivningen. För att emellertid kunna lämna några siffermässiga uppgifter har den vägen inslagits, att de vid undersökningarna konstaterade böjningarna och krökarna sammanräknats med urskiljande av de årsskott, som träffats därav. Resultatet framgår av tab. 2, enligt vilken de år 1916 iakttagna krökarna utgjorde 80 st. År 1917 har antalet sjunkit till 43, följande år till 33 och år 1922 till 21 st.

I tabellen har upptagits långkrök, rotkrök och krök i skilda årsskott. Med långkrök menas då en jämn böjning av hela stammen, i huvudsak utan några mera utpräglade tvära krökar. Som av tabellen framgår, ha dessa långkrökar i det övervägande antalet fall helt återgått. Endast $^1/_7$ av det ursprungliga antalet kvarstår vid sista granskningen. Rotkrökarna däremot, d. v. s. böjningar, som träffat stammen strax ovan markytan, visa sig vara betydligt allvarligare, då endast ungefär hälften helt återgått. I detta avseende äro emellertid de äldre stamdelarna i övrigt helt likställda. Ända upp till årsskott 1911, d. v. s. till de vid skadegörelsen 6 år gamla stamdelarna, har tillfrisknandet gått dåligt. Lämnas långkrökarna ur räkningen, återstå nämligen av 36 krökar å

Tab. 2. **Översikt över krökarnas läge å stammarna.**
Localisation des courbures.

(De kursiva siffrorna ha erhållits genom att ta hänsyn till krökarnas styrka.)
Les chiffres en italiques sont obtenus en prenant le degré des courbures en considération.)

År Année	Långkrök Courbure douce	Rotkrök Courbure près du sol	Krök å årsskott Courbure localisée à la pousse de											Summa Total		Summa krökar Courb. en total
			ej angivet	1904	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	II	III	
	I		II								III						
1916	20	10	7	1	4	2	1	3	4	2	1	6	13	4	36	24	80
	31	*16*	*12*	*2*	*10*	*3*	*2*	*6*	*11*	*5*	*3*	*12*	*31*	*10*	*67*	*56*	*154*
1917	9	8	4	1	4	2	—	2	3	1	—	4	6	—	25	10	43
	15	*12*	*7*	*1*	*9*	*2*	—	*2*	*3*	*4*	—	*5*	*10*	—	*40*	*15*	*70*
1918	7	7	4	—	4	1	—	1	—	1	—	4	3	—	18	7	33
	13	*9*	*7*	—	*9*	*1*	—	*1*	—	*4*	—	*4*	*7*	—	*31*	*11*	*55*
1922	3	5	3	—	2	—	—	1	—	1	—	1	3	—	13	4	21
	5	*8*	*6*	—	*5*	—	—	*1*	—	*4*	—	*1*	*3*	—	*24*	*4*	*33*

stamdelar äldre än 5 år 13 st. år 1922, medan av 24 krökar å yngre stamdelar endast 4 st. återstå. Dessa senare, kvarstående krökar ha då ursprungligen utgjort rena rätvinkliga krökar. Trots denna ursprungligen svårartade beskaffenhet beskrivas de år 1922 som svaga krökar.

Gränsen 5—6 år kan ju förefalla godtyckligt vald. Att emellertid faktiskt en rätt utpräglad gräns här föreligger, framgår av en iakttagelse, som kunde göras på 14 stycken av de skadade stammarna. Redan år 1917 kunde nämligen å stammar med rotkrök eller allvarligare långkrökar iakttagas, att övre delen av stammen börjat resa sig. Så småningom utvecklade sig detta därhän, att övre stamdelen kom att intaga lodrätt läge. Den stannade emellertid ej här utan böjde sig över lodlinjen, varefter en högre liggande del av stammen böjde sig tillbaka för att intaga lodrätt läge. Detta betecknas i beskrivningarna som överkrökningar och återkrökningar. Därigenom åstadkommes den S-form på stammen, som ofta kan iakttagas ute i markerna.

Studera vi något närmare, var denna återkrökning börjar, visar det sig, att relativt små skiljaktigheter kunna observeras. Å de 14 observerade stammarna återfanns kröken ifråga i följande årsskott.

Årsskott	1910	1911	1912	1913	1915
Antal observerade	1	1	7	4	1

I vardera av 1910 och 1911 års skottaxlar ha alltså endast en återkrökning anträffats, medan huvudparten anträffats i 1912. Beträffande återkrökningen i 1915 års skottaxel var snötryckskröken placerad så

högt som i 1914 års skottaxel, varför detta fall egentligen helt bort uteslutas. Det synes således vara först 1912 års skottaxel eller den 5-åriga stamdelen, som har större återhämtningsförmåga. Stamdelarna under återkrökningen voro vanligen helt raka. Någon svårighet att fastställa, var återkrökningen började, förelåg alltså ej.

I tabellen ha av denna anledning de bokförda krökarna grupperats i tre grupper, I, långkrökar II, krökar i stamdelar äldre än 1912 och III, krökar i yngre stamdelar. Utbrytas värdena för dessa grupper ur tabellen, erhålles följande sammanställning (tab. 3).

Tab. 3. **Sammanställning över antalet krökar av olika slag.**
Nombre de courbures différentes.

Observationsår Année de l'observation	Grupp Courbures					
	I. Långkrök à long rayon		II. Krök i stamdel äldre än 5 år de parties de > 5 ans		III. Krök i stamdel yngre än 6 år de parties de < 6 ans	
	Antal nombre	%	Antal nombre	%	Antal nombre	%
1916	20	100	36	100	24	100
1917	9	45	25	69	10	42
1918	7	35	18	50	7	29
1922	3	15	13	36	4	17

För grupp I och II har tillfrisknandet gått ungefär lika fort, medan grupp II blivit betydligt efter. Emellertid äro de uppkomna krökarna av tämligen olika styrka. För att även få med detta förhållande i siff-

Tab. 4. **Sammanställning över krökar av olika slag med hänsyn tagen till deras styrka.**
Degrés de courbure.

Observationsår Année de l'observation	Grupp Courbatures					
	I. Långkrök à long rayon		II. Krök i stamdel äldre än 5 år de parties de > 5 ans		III. Krök i stamdel yngre än 6 år de parties de < 6 ans	
	Antal nombre	%	Antal nombre	%	Antal nombre	%
1916	31	100	67	100	56	100
Medelstyrka Degré moyen de courbure	*1,55*	—	*1,85*	—	*2,33*	—
1917	15	48	40	60	15	27
1918	13	42	31	46	11	20
1922	5	16	24	36	4	7
Medelstyrka Degré moyen de courbure	*1,67*	—	*1,85*	—	*1,00*	—

rorna ha krökarna klassificerats med ledning av beskrivningarna så, att svag krök fått värdet 1 och vinkelkrök värdet 4. Sammanräknas krökarna enligt denna metod, erhållas de siffror, som i tabell 2 tryckts med kursiv stil. Utbrytas de för ovan bildade grupper erhållna siffrorna, erhålles tab. 4, i vilken även ett värde å krökarnas medelstyrka beräknats för åren 1916 och 1922.

Av sammanställningen framgår än tydligare skillnaden mellan de olika slagen av krökar. Grupp III, krökar å stamdelar av 5 års ålder och yngre ha, trots att krökarnas styrka från början varit betydligt större än för de två andra grupperna, reparerats betydligt snabbare. Långkrökarna, grupp I, stå här i en tydlig mellanställning.

Emellertid äro ej heller de stammar, som helt återvunnit sin ursprungliga växtform, utom all fara. Det visar sig nämligen, att i 8 fall vävnaderna på krökens yttersida skadats i sådan utsträckning, att kräftliknande sår uppkommit. År 1917 observerades ett sådant fall, år 1918 ytterligare 1. År 1922 hade ytterligare 6 tillkommit. Uteslutet är alltså ej, att under kommande år flera sådana skador framträda.

Av rätt stort intresse är för övrigt att se, med vilken snabbhet uppkomna toppbrott repareras och helt döljas. År 1916 var å en stam 1912 års toppskott borta, å tre stammar var detsamma fallet med 1914 års toppskott, och å ytterligare tre saknades 1915 års skott. Av dessa beskrevs den först nämnda stammen år 1922 som felfri. Samma var fallet med en stam, skadad i 1914 och en skadad i 1915. Två av skadorna i 1915 och en i 1914 betecknades år 1922 som mycket svagt synliga, medan för en skada i 1914 endast synlig bajonettform konstaterades. I samtliga 7 fall ha toppskotten ersatts av kransgrenar av samma ålder som det skadade toppskottet.

Till slut kanske bör påpekas att den relativt goda läkning av uppkomna skador, som å försöksytan iakttagits, åtminstone i viss utsträckning får tillskrivas det förhållandet, att snötryck i någon större skala ej förekommit sedan 1916. Då en stor del av skadorna endast långsamt repareras, föreligger ju nämligen en betydande risk, att upprepat snötryck, för vilket redan förut böjda stammar helt naturligt äro betydligt känsliga, skall helt spoliera beståndet.

RÉSUMÉ.

Dégâts de neige chez des jeunes pins sylvestres.

En hiver 1915—1916 les forêts de la Suède centrale souffrirent beaucoup d'une très forte pression de neige. Un examen des effets de cette pression fut fait l'été suivant et les résultats en furent publiés dans ces Meddelanden (bulletins de la station de recherches forestières de la Suède) tome 13/14: I. Cette recherche n'embrassait que des peuplements vieux ou d'âge moyen. Durant le travail pourtant des dégâts se montrèrent en grand nombre à de jeunes peuplements; pour pouvoir poursuivre le développement de pareils peuplements endommagés j'ai examiné une petite place d'essai. Le peuplement y consistait en une forêt de pins sylvestres de 20 ans, assez clairsemés. Il y avait 99 tiges, chacune décrite en détail. La place fut visitée plus tard pendant les étés 1917, 1918 et 1922 et chaque fois un nouvel inventaire en fut fait. Durant les six ans les tiges se développèrent comme ci-dessous décrit:

Des 99 tiges 73 montrèrent en 1916 des dégâts de neige. De ces 73 arbres 51 s'étaient remis en 1922, 12 étaient morts et 10 montraient encore des traces de dégâts.

Pour exprimer d'une manière plus précise, en chiffres, la vitesse du rétablissement, j'ai dressé le tableau 2. Les chiffres en types ordinaires indiquent le nombre des courbures observées lors des révisions aux différentes parties indiquées des tiges.

L'examen montra qu'une tige, ayant subi une courbure à sa partie inférieure, commençait à se redresser déjà le deuxième été. Ce redressement était effectué par une flexion verticale des pousses terminales plus jeunes. Les parties de la tige datant des années avant 1912 et donc âgées de plus de 5 ans lors du dégât se redressaient rarement. Les courbures ont pour cette cause d'après leur localisation été réunies dans 3 classes:

I. Des courbures à longs rayons s'étendant sur toute la tige.
II. Des courbures localisées dans des parties âgées de plus de 5 ans.
III. Des courbures localisées à des parties plus jeunes que 6 ans.

Les chiffres sont réunis dans le tableau 3. Outre les nombres absolus de courbures observées aux différentes révisions on y trouvera aussi ces nombres exprimés comme % des nombres observés en 1916. La diminution de ce % représente la vitesse avec laquelle le rétablissement des différentes parties des arbres s'est fait. Il en ressort que les courbures qui affectaient la tige entière sont redressées aussi vite que celles localisées dans des parties jeunes de la tige. Les tiges courbées dans les parties plus âgées demandent bien plus de temps pour se redresser.

Cette relation devient plus évidente encore en prenant en considération le degré des différentes courbures. En désignant une courbure faible par le chiffre 1, de plus fortes par 2, 3 jusqu'à 4, le dernier chiffre indiquant une courbure en angle droit, on obtient les chiffres imprimés en italiques du tableau 2. Cec chiffres sont réunis dans le tableau 4 qui est dressé sans cela comme le tableau 3.

La plus grande vitesse avec laquelle les parties plus jeunes de la tige se remettent, ressort, comme remarqué ci-dessus, avec une plus grande évidence de ces chiffres. Quand les courbures affectent les tiges entières, celles-ci se redressent un peu moins vite, et plus lentement encore quand la courbure est dans la base des tiges.

Quoique, d'après cette recherche, les jeunes pins sylvestres possèdent une grande capacité de se remettre des dégâts de neige, il s'est montré que bien longtemps après le dégât le tissu du côté convexe de l'ancienne courbure peut sécher et mourir. Un pareil cas a été observé en 1917, un second en 1918, et en 1922 six analogues, tous à des tiges qui avaient déjà repris leur forme normale.

Il est assez intéressant d'observer, avec quelle vitesse les pousses terminales brisées sont remplacées par des pousses latérales. Sept tiges dont le faîte fut brisé en 1916 ne montraient plus aucune trace du dégât en 1922. De ces tiges, l'une était brisée dans l'entrenoeud de 1912, trois dans celui de 1914, et les autres trois dans celui de 1915.

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

REDOGÖRELSE FÖR VERKSAMHETEN VID STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT UNDER ÅR 1922.

Jämlikt föreskriften i § 17 mom. 10 av Kungl. Maj:ts nåd. instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt av den 15 mars 1915 ha efterföljande berättelser från resp. föreståndare för skogsavdelningen, naturvetenskapliga avdelningen och entomologiska avdelningen vid skogsförsöksanstalten upprättats. Dessutom är här intagen en redogörelse för under samma år utförda arbeten av försöksledaren av vissa specialundersökningar rörande de norrländska skogarnas föryngring på grund av den utav Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt den 2 maj 1916 för försöksledaren fastställda instruktionen.

I. SKOGSAVDELNINGEN.

Under berättelseårets fyra första månader fortgick innearbetet vid avdelningen som vanligt, varvid uppskattningsresultaten från försöksytorna uträknas och bearbetas. Under tiden maj till mitten av november månad fortgingo fältarbetena under ledning av föreståndaren, assistenten och förste skogsbiträdet. Räknearbete i försöksanstalten har emellertid under samma tid fortfarande bedrivits med däri anställda räknebiträden. Under hösten efter 15 november har innearbetet åter fortsatts i full omfattning såsom på förvintern.

Vid Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion i början av juli demonstrerade föreståndaren gångsatta försök å Siljansfors försökspark, där den 3 juli voro samlade representanter för 5 olika nationer.

I mitten av augusti månad företog föreståndaren en kortare exkursion med danske forstkandidaten J. Holten, som åtnjöt danskt statsstipendium för att studera föreståndarens undersökning om lärkraser i Sverige.

I början av september deltog föreståndaren i en längre skogsexkursion till Finland. Denna exkursion, som anordnats av finska privatforstmästareföreningen, erbjöd mycket av intresse med hänsyn till skogsbeståndens föryngring och vård.

I mitten på september demonstrerade föreståndaren för Svenska Skogsvårdsföreningens exkursion försöksytor å Vitthults kronopark (Småland) samt Skarhults och Dalby kronoparker (Skåne).

Vid föreningens »Danska Forstkandidater» 25-årsjubileum i Köpenhamn har föreståndaren hållit tvenne föredrag om vid avdelningen utförda undersökningar.

I övrigt har föreståndarens resor huvudsakligen gällt anläggande av nya försöksytor (se tabell 1), vilka i största omfattning anlagts å Siljansfors försökspark, eller för verkställande av utsyning å försöksparken. Även en del äldre ytor ha vid revisionerna besökts av föreståndaren. Av dennes 127 resdagar ha 32 gällt försöksparken.

Assistentens resor ha omfattat 105 dagar. Härvid har hans tid huvudsakligen upptagits med trigonometrisk uppmätning av rågångar och linjesystem å de blivande försöksparkerna Svartberget, Kulbäcksliden och Tönnersjöheden, varjämte han även utsatt och bearbetat några nya försöksytor.

Förste skogsbiträdet har huvudsakligen varit sysselsatt med revision av äldre försöksytor eller uppmätning och uppskattning av nya försöksytor. Dennes resor ha omfattat 155 dagar.

Av de övriga två skogsbiträdenas resor har det enas huvudsakligen gällt de spridda försöksytorna, medan det andra skogsbiträdet varit stationerat å Siljansfors försökspark 65 dagar. — Tvenne extra skogsbiträden ha tjänstgjort under en månad för uppstakning av linjenät å försöksparkerna Kulbäcksliden och Svartberget.

Av de skilda uppgifter, som tillkomma avdelningen enligt det av styrelsen den 28 april 1922 fastställda programmet ha följande kommit till utförande under året.

1. Föryngringsfrågan.

a) Fröundersökningar m. m.

Sammanställningar över frötillgången hos skogsträden ha utförts som förut och bearbetats av förste skogsbiträdet G. Mellström. Vid utrönande av frötillgången hösten 1922 har ej blott tagits hänsyn till kronojägarnas rapporter utan jämväl till länsskogvaktarnas.

För utrönande av tallproveniensens betydelse ha reviderats 21 ytor med tillsammans 321 avdelningar, såsom efterföljande sammanställning visar:

Ytan 18 : V—XIII	Tönnersjöhedens kronopark	Hl.	9	avd.
» 33 : XVI, XVII, XIX, XX, XXXIII—XL	Västbyns kronodomän	Jtl.	12	»
» 49 : I—XXXV	Ollestads kronopark	Vg.	35	»
» 112 : I—XIII	Hässleby kronopark	Sm.	13	»
» 172 : I—XVI	Ovansjö »	Gsr.	16	»
» 173 : I—VI, XIII—XVIII	Älvdalens »	Dlr.	12	»
» 174 : I—VI, XIV—XX, XXII	Älvros »	»	14	»
» 175 : I—VI, XIV—XX, XXII	Idre »	»	14	»
» 176 : I—XIX	Oxböle »	Jtl.	19	»
» 178 : I—XIX	Västbyns kronodomän	»	19	»
» 179 : I—XIX	Hårkaskogens kronop.	»	19	»
» 180 : I—VI, XIII—XIX, XXII, XXVI	Renålandets »	»	15	»
181 : I—XX	Svartbergets »	Vb.	20	»
182 : I—XIV, XVI—XVIII, XX	Bockens »	Lpl.	18	»
183 : I—VI, XIII—XXIII	Kuortisrova överloppsm.		17	»
» 217 : I—X	Oxböle kronopark	Jtl.	10	»
218 : I—X	Järsjöns »	»	10	»
» 219 : I—X	Kuortisrova överloppsm.	Lpl.	10	»
» 220 : I—X	Kavahedens »	»	10	»
» 221 : I—VI, XIII—XXIII	» »	»	17	»
» 232 : I—IX, XI—XXI, XXIII	Alträsk kronopark	Nb.	21	»

b) Åtgärder för naturlig föryngring.

Försök med olika blädningsmetoder ha anlagts på Siljansfors. Blädningstrakten I (med försöksytorna sf. 5 : I—IV) för ren blädning har färdigbehandlats under året och ett större område med Wagnerblädning iordningställts å Leksberget (sf. 18 : I—II, sf. 20) och ett för ren blädning i granskog i jämförelse med trakthuggning (sf. 22 : I—V). Vidare har å Nickobacken anlagts trakter för erhållande av föryngring under skärm (sf. 1 : I—III, sf. 23). För studium av marbuskarnas reagensförmåga ha försöksytor anlagts i hyggestrakter (sf. 24). Föryngringsserien 26 : I—III å Älvdalens kronopark har reviderats.

c) Skogsodlingsåtgärder.

För undersökning av lämpligaste förband vid skogsodlingar har reviderats ytan 177 : I—III å Oxböle kronopark. Även skogsodlingsserien 25 : I—IV å Älvdalens kronopark har reviderats. — För utrönande av bästa såddtid har å Siljansfors besåtts ytan sf. 6 med frö var 14:de dag eller inalles 9 avdelningar.

2. Skogsbeståndens utveckling.

För utrönande av skogsbeståndens produktionsförmåga och olika gallringsmetoder har under året reviderats sammanlagt 73 ytor, såsom följande sammanställning utvisar.

Tallytor

Ytan 22 : II—IV	Älvdalens kronopark	Dlr.	*4:de*	uppskattningen.
» 100	Grangärde »	»	*3:dje*	»
» 104	Kronoparken Ö. Kinneskogen	Vg.	*4:de*	»
» 105	» V. »	»	»	»
» 106	Rådaås kronopark	»	»	»
» 125 II	Haddebo »	När.	*3:dje*	
» 272	Kronoparken Tönnersjöheden	Hl.	»	
» 273 I—II	» »	»	»	»
» 375	Haddebo kronopark	När.	*2:dra*	»
» 424	Höka kronoflygsandsfält	Hl.	»	
» 425	» »	»	»	»
» 426	» »	»	»	» 15 ytor.

Granytor

Ytan 154 : I—II	Skarhults kronopark	Sk.	*4:de*	uppskattningen.
» 155 : I—II	» »	»	»	»
» 213	Vallåsens »	Hl.	*3:dje*	»
» 214	» »	»	»	»
» 241	Alkvettern	Vrml.	»	»
» 247	Ridö kronopark	Vsm.	»	»
» 253	Ö. Kinneskogens kronopark	Vg.	»	»
» 254	» »	»	»	»
» 255	» »	»	»	»
» 267	Offerdals kyrkoherdebost.	Jtl.	*2:dra*	»
» 268	» »	»	»	»
» 269	» »	»	»	»
» 270	» »	»	»	»

	274	KronoparkenTönnersjöheden	Hl.	*3:dje*	uppskattningen.
	329	Ragunda kyrkoherdebost.	Jtl.	*2:dra*	»
	330	Östansjö kronopark	»	»	»
	380	Ammers »	»	»	»
»	499 : I—II	Ollestads »	Vg.	»	» 21 ytor.

Barrblandskogsytor

Ytan	125 : I	Haddebo kronopark	När.	*3:dje*	»
	275	KronoparkenTönnersjöheden	Hl.	»	» 2 ytor

Björkytor

Ytan	124	Haddebo kronopark	När.	*3:dje*	uppskattningen.
	145	Klotens »	Dlr.	»	»
»	146	» »	»	»	»
»	147	» »	»	»	»
»	148	Björkhyttan	Vsm.	»	»
»	248	Ridö kronopark	»	»	»
»	271	Medstugans egendom	Jtl.	*2:dra*	»
	431 : I—II	Bysta gods	När.	»	»
»	432	» »	»	»	» 10 ytor.

Alytor

Ytan	249	Ridö kronopark	Vsm.	*3:dje*	uppskattningen.
	284	Ombergs kronopark	Ög.	»	»
»	445	Ridö »	Vsm.	*2:dra*	» 3 ytor.

Ekytor

Ytan	262	Ombergs kronopark	Ög.	*3:dje*	uppskattningen. 1 yta.

Askytor

Ytan	446	Ridö kronopark	Vsm.	*2:dra*	uppskattningen. 1 yta.

Lärk- och silvergransytor se mom. 4 ..... 20 ytor.

Summa 73 ytor.

Vidare har för samma ändamål anlagts 54 nya ytor (se tabell 1). Vid uppskattningsundersökningarna har under året uppmätts 4 491 provstammar samt 4 004 sektionerade gallringsstammar (se tabell 2).

För bedömande av gallringsmetodernas ekonomiska innebörd har assistenten varit sysselsatt med att framdeducera en fast skala för relativa värdet per kubikmeter av träd med olika brösthöjdsdiameter å Siljansfors försökspark med utgångspunkt från prisförhållandena före världskriget.

3. Sjukdomar och skador å skogsträden.

Föreståndaren har bearbetat en undersökning om snöbrottsfaran vid mycket starka gallringar och förre assistenten L. Mattsson Mårn om snöbrottsfaran i ungtallbestånd genom att revidera och bearbeta försöksytan 375 å Haddebo kronopark.

Tabell 1. **Förteckning över nyanlagda försöksytor år 1922.**

Ytans n:r	Areal har	Beskaffenhet	Belägenhet		Behandling
135:II	0,12	66- » tallbestånd	N:a Vedbo häradsallm.	Sm.	Orörd jämförelseyta
573	1,3894	3-årig europeisk (skotsk) lärk	Kronop. Omberg	Ög.	Plantering
574:I	0,0625	17-årigt bestånd av tyrolerlärk	» »	»	Uppskattning
574:II	0,0379	17-årigt bestånd av skotsk lärk	» »	»	»
575	0,18	31-årigt albestånd	Ridö kronopark	Vsm.	Stark låggallring
576:I	0,24	20- » blandbestånd av tall och gran	Visingsö »	Sm.	Stark gallring
576:II	0,16	20-årigt »	» »	»	Orörd jämförelseyta
577:I	0,2475	20- » blandbestånd av tall och gran	» »	»	Stark gallring
577:II	0,1740	20-årigt »	» »	»	Orörd jämförelseyta
578	0,4796	64- » ekbestånd	» ekplantering	»	Stark gallring
579	0,25	10-årig sibirisk lärk	» »	»	Ytan utsatt
580	0,215	5-årig självsådd europeisk (skotsk) lärk	» »	»	» »
581	0,225	10-årig självsådd silvergran	» »	»	» »
582:I	0,24	10-årig självsådd ask	» »	»	» »
582:II	0,24	10- » » »	» »	»	» »
583	0,2320	27-årigt askbestånd	Lyckås gård	»	Stark låggallring
584	0,128	65-årig fjällbjörk	Medstugans egendom	Jtl.	Stark fri gallring
585	0,128	75- » »	» »	»	» » »
586	0,15	90- » »	Skalstugans »	»	» »
587	0,25	90- » »	» »	»	» » »
588	0,225	130-årigt granbestånd	A.B. Kungsgård.-Marieb.	Ågl.	Stark krongallring
589:I	0,20	125- » »	» » »	»	» »
589:II	0,10	125- » »	» » »	»	Orörd jämförelseyta
590:I	0,25	93- » »	Anundsjö kh.-bost.	»	Stark krongallring
590:II	0,192	93- » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
591:I	0,25	91-årigt blandbest. av tall och gran	» »	»	Stark gallring
591:II	0,16	91- » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
592	0,24	125- » granbestånd	» »	»	Ljushuggning
593	0,25	40- » björkbestånd	Klotens kronopark	Vsm.	Stark låggallring
594	0,18	10-årig ask med 33-årigt alöverbestånd	Kronop. Ollestad	Vg.	Överbeståndet ljushugget
595:I	0,24	52-årigt tallbestånd	Fiskeby fabriks A.-B.	Ög.	Stark låggallring
595:II	0,15	52- » »	» » »	»	Orörd jämförelseyta
595:III	0,35	52- » »	» » »	»	Stark låggallring
596:I	0,32	40-årigt barrblandbestånd	» » »	»	Stark fri gallring
596:II	0,20	40- » »	» » »	»	» » »
Sf. 1:II	0,25	95- » barrblandbestånd	Siljansfors försökspark	Dlr.	Föryngringshuggning
Sf. 1:III	0,25	95- » »	» »	»	»
Sf. 16	0,30	73- » »	» »	»	Extra stark krongallring
Sf. 17:I	0,21	75- » »	» »	»	Stark låggallring
Sf. 17:II	0,165	75- » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
Sf. 18:I	0,63	115- » »	» »	»	Blädningsförsök, Wagner
Sf. 18:II	0,70	105- » »	» »	»	» (tillsvidare medelstark låggallring)

Ytans n:o	Areal har	Beskaffenhet	Belägenhet	Behandling
Sf. 19	0,50	92-årigt barrblandbestånd	Siljansfors försökspark Dlr.	Ljushuggning (frihuggning)
Sf. 20	0,54	116- » »	» » »	Blädningsförsök, Wagner (tillsvidare medelstark låggallring)
Sf. 21 : I	0,13	65-årigt granbestånd	» » »	Stark låggallring
Sf. 21 : II	0,1675	65- » »	» » »	Orörd jämförelseyta
Sf. 22 : I	1,00	155- » »	» » »	Föryngringsförsök, kalavverkning med fröträd
Sf. 22 : II	1,00	155- » »	» » »	Föryngringsförsök, kalavverkning
Sf. 22 : III	1,00	155- » »	» » »	» blädning
Sf. 22 : IV	1,00	155- » »	» » »	» kalavverkning med kvarlämnande av marbuskar
Sf. 22 : V	1,00	155- » »	» » »	Föryngringsförsök, orörd jämförelseyta
Sf. 23	0,712	100- » »	» » »	» enligt Eberhards system
Sf. 24	0,8625	76- » barrblandbestånd	» » »	Tillväxtstudie
Sf. 25	0,7725	95- » granbestånd	» » »	Marbuskstudie

Tabell 2. **Uppskattade prov- och gallringsträd år 1922.**

Trädslag	Stående provstammar	Fällda provstammar, som sektionerats på varje meter.	Sektionerat gallringsvirke.	Summa undersökta träd
	St.	St.	St.	St.
Tall	560	873	993	2,426
Gran	—	1,675	1,607	3,282
Björk	47	391	521	959
Ek	—	87	171	258
Bok	—	—	24	24
Ask	—	24	18	42
Al	—	182	215	397
Asp	—	19	9	28
Lärk	80	367	340	787
Silvergran	—	116	89	205
Banksianatall	70	—	—	70
Diverse	—	—	17	17
Summa	757	3,734	4,004	8,495

4. Skogsträdens raser och främmande skogsträds användbarhet i landet.

Tyskt granfrö. Följande 4 försöksserier ha under året reviderats och bearbetningen härav pågår:

Ytan 302 I—VI..... Ridö kronopark..... Vsm.
» 303 I—VI..... Ovansjö » ..... Gsr.
» 304 I—VI..... Oxböle » ..... Jtl.
» 305 I—VI..... Ollestads » ..... Vg.

Lärk. Under berättelseåret har reviderats följande ytor, som tillkommit för studier av lärken vare sig den förekommer enbart eller i blandning med andra trädslag.

Ytan 184 västam. lärk å Ombergs kronopark ..... Ög. *3:dje* uppskattningen
» 187 » » » Bispgårdens skogsskola... Jtl. » »
» 280 europ. » » Ombergs kronopark ..... Ög. » »
» 281 » » » » » ..... » » »
» 282 » » » » » ..... » » »
» 283 sib. » » » » ..... » » »
» 312 europ. » » Visingsö » ..... Sm. » »
» 313 japansk » » » ekplantering..... » » »
» 314 sib. » » » kronopark..... ... » » »
» 317 europ. » » » ekplantering..... » » »
» 319 » » » Klotens kronopark..... Vsm. *2:dra* »
» 326 sib. » » Smedsböle kronopark ... Ågl. » »
» 327 » » » Åsele kyrkoherdeboställe Lpl. » »
» 328 » » » Bispgårdens skogsskola... Jtl. *3:dje* »
» 342 japansk » » Fogdarp ..... Sk. » »
» 500 europ. » » Ollestads kronopark ..... Vg. *2:dra* »
» 492: IV europ. » » Ombergs » ..... Ög. » »

Silvergran. Under berättelseåret har likaledes reviderats trenne ytor i detta trädslag, nämligen:

Ytan 261 ..... å Ombergs kronopark..... Ög. *3:dje* uppskattningen.
» 263 ..... » » » ..... » » »
» 491 .... » » » ..... » *2dra* »

Övriga främmande trädslag.

Under berättelseåret har reviderats serien 498 I—X å Ollestads kronopark (diverse arter, erhållna genom Deutsche Dendrologische Gesellschaft) samt ytor med silvergran och douglasgran i ljunghedstrakterna.

5. Undersökningar rörande skogsmarken.

b) Ljunghedar. För bedömande av ljunghedarnas möjligheter att producera skog ha reviderats följande av försöksanstalten anlagda försöksytor å ljunghedar, nämligen:

Ytan 15: I—IV ..... å Gallåsens kronopark ... Vg. *4:de* uppskattningen.
» 16: I—V..... » » » ... » » »
» 17: I—III ..... » Skedala » ... Hl. » »
» 18: I—IV, XIV » Tönnersjöhedens » ... » » »

Ytan 20: I—VIII ... » Vallåsens kronopark ... Hl. *4:de* uppskattningen.
45: I—II..... » Oxhults » ... » » »
46: I—II..... » » » ... » » »
47: I—V..... » Ollestads » ... Vg. » »

Hit höra också 7 ytor som omnämnas i sammanställningen under mom. 2.

6. Arbeten å försöksparkerna.

Förutom de arbeten, som ovan berörts vid omnämnande av olika arbetsuppgifter och vid anläggande av försöksytor för skilda uppgifter, ha följande arbeten kommit till utförande å försöksparkerna.

Siljansfors. Sedan mätningen och taxeringen utförts under år 1921, har assistenten varit sysselsatt med att leda arealberäkning av bestånden och taxeringsresultatens uträknande. Plantskolor och trädgård med ett flertal fleråriga växter och buskar (gåva från Alnarps trädskola) har anlagts. Samtliga paralleller ha avvägts och 10 meters höjdkurvor sedan upplagts å kartan av skogsmästaren. I samarbete med jordägaren ha vägar (2,5 m breda) byggts på en sträcka av 1 636 m och exkursionsstigar byggts intill en längd av omkr. 3 000 m.

Fullständig avdikningsplan har upprättats för en mossareal av 53,07 har och i fast skogsmark om 52 har, allt med en beräknad kostnad av 18,000 kronor. Denna plan har upprättats av forstmästare Fridolf Tidén.

Å försöksparken finnas redan anlagda 25 försöksserier med tillsammans 50 avdelningar. Deras areal utgör 20,43 hektar med 32,019 numrerade träd, som kartlagts och vars utveckling följes. Den hittills utförda avverkningen har omfattat följande arealer och avverkningsformer:

	år 1921	*år 1922*
Trakthuggning	846,7 kbm	486,9 kbm
Olika blädningsformer	1,171,5 »	3,031,8 »
Gallringar	159,2 »	678,7 »

Svartberget. Linjenätet har uppstakats och såväl detta som rågångarna ha triangelmätts. Mätningsresultatet är uträknat, men stomkarta ännu ej upprättad.

Kulbäcksliden. Även här har linjenätet uppstakats under året och triangelmätts. Resultatet har uträknats och stomkarta upprättats. Skogskojan med laboratorierum m. m. har under året fullbordats. För uppförande av skogsmästarebostad har i Vindeln inköpts tomt.

Tönnersjöheden. Befintligt linjenät har renstakats och triangelmätts. Mätningsresultatet har uträknats.

Övriga arbeten.

Vid den skogsutställning, som anordnats under lantbruksmötet i Nässjö visade avdelningen en representativ utställning rörande pågående eller utförda undersökningar i Jönköpings län.

Assistenten har samtidigt med förutnämnda löpande arbeten under första delen av året utarbetat en sammanfattande framställning av de svenska skogsförhållandena i form av en broschyr avfattad på franska språket för Institut

International d'Agriculture i Rom, publicerad av institutet år 1922 under titel: *Les forêts de la Suède et leur exploitation* (16 sid. 8:o).

I försöksanstaltens publikationer har från avdelningen publicerats:

GUNNAR SCHOTTE: Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram.

I. Gemensamma angelägenheter ..... Meddel. h. 19, sid. 1—7
II. Skogsavdelningen ..... » » » » 8—26
VI. Skogsteknologiska undersökningar ..... » » » » 60—65
VII. Sammanfattning av arbetsprogrammet för åren 1922—1926 ..... » » » 66—78

Framställningar rörande avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland.

III. Utlåtande av chefen för Statens skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921 ... » » » s. 85—106
V. Förnyat yttrande 24 november 1921 » » » » 116—123

Om rötans spridningshastighet hos granen efter snöbrott. Flygblad n:r 26. 5 sidor.

Om snöbrottsfaran vid mycket starka gallringar. Meddel. h. 19. 493—516.

Beskrivning över Siljansfors försökspark. Skogsförsöksanst. exkursionsledare IV. 48 sidor.

Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne. Skogsförsöksanst. exkursionsledare V. 53 sidor.

Redogörelse för verksamheten vid statens skogsförsöksanstalt under år 1922. I. Skogsavdelningen. Meddel. h. 19. sid. 529—537.

MATTSSON MÅRN, L.: Snötrycksskador å ungtall. Meddel. h. 19, sid. 517—528.

MELLSTRÖM, GÖSTA: Skogsträdens fruktsättning år 1921. Flygblad n:r 25. 18 s.

* * *

Skogsbiträdet O. Henriksson har fortfarande varit tjänstledig hela året på grund av anställning som bitr. sekreterare hos skogstaxeringssakkunnige med hr H. Darnald som vikarie, och skogsbiträdet Henning Andrén har åtnjutit tjänstledighet under tiden 1 jan.—15 sept. för genomgående av Klotens fortsättningsskola; vikarie för honom har varit utex. skogslärlingen H. Sjöqvist.

Till skogsmästare vid Svartberget—Kulbäckslidens försöksparker har för tre år förordnats skogsbiträdet Oscar Henriksson.

Statens skogsförsöksanstalt den 21 dec. 1922.

GUNNAR SCHOTTE.

II. NATURVETENSKAPLIGA AVDELNINGEN.

I likhet med föregående år har arbetet å avdelningen under första delen av berättelseåret i huvudsak bestått i laboratoriearbeten och författande av avhandlingar och redogörelser för utförda undersökningar.

Föreståndaren har därvid fortsatt sina undersökningar över råhumustäcket och dess egenskaper, huvudsakligen i Norrlands skogar. Dessa undersökningar ha, sedan de under den sistförflutna sommaren ytterligare kompletterats, kommit så långt, att resultaten kunna publiceras i en mera omfattande avhandling. De på laboratoriet och genom observationer i naturen gjorda iakttagelserna ha vidare belysts genom experimentella odlingsförsök, som givit vackra och intressanta resultat. Föreståndaren är för närvarande sysselsatt med att författa en avhandling behandlande humusbildningen i norra och mellersta Europas barrskogar, i vilken de vunna resultaten skola diskuteras såväl från teoretisk som praktisk synpunkt.

Assistenten i marklära med geologi fortsatte sina undersökningar över de förändringar, som skogsmarkerna undergå vid försumpning, vilka givit flera intressanta och viktiga resultat. Han utarbetade därjämte en metod att bestämma markens oorganiska kolloidkomplex, som torde tillåta ingående studier över brun- och podsoljordar och de förras övergång i de senare, en fråga av stor vikt inom den skogliga markvården.

Assistenten i skogsbotanik fortsatte sina bearbetningar av analyserna över markluftens sammansättning, över vilka en avhandling utarbetades. Assistenten Malmström var under vårmånaderna sysselsatt med en avhandling över Degerö stormyrs utvecklingshistoria.

Utearbetet började i maj månad, då assistenten i marklära ledde anläggandet av ett större kulturförsöksfält vid Vaggeryd i norra Småland, avsett att undersöka olika metoder för markförbättring å mager sandjord. Assistenten Malmström anordnade första dagarna i juni å Fagerheden i Piteå revir efter föreståndarens anvisningar experimentella försök avseende att utröna kvävetillförselns roll för utvecklingen av svaga, oväxtliga tallplantor å våra tallhedar.

Avdelningens utearbeten ha under sommaren i huvudsak varit förlagda till Norrland, där de olika tjänstemännen ägnat sig åt sina specialuppgifter. Föreståndaren har därvid främst inriktat sina studier på humustäcket och dess förändringar under olika skogsbrukssätt, på olika geologiskt underlag och under inflytande av olika klimat. Assistenten Tamm har kompletterat sina studier över skogsmarkens försumpning och assistenten Malmström sina över de norrländska myrarnas utvecklingshistorla. Assistenten Romell har vid Bispgården i Jämtland påbörjat en serie undersökningar, avsedda att belysa gallringsproblemet från växtfysiologisk synpunkt. I september månad utfördes genom avdelningen en undersökning över skogsbeståndet inom Hamra nationalpark, avsedd att belysa den nordiska urskogens karaktär.

Sedan utearbetena avslutats i september månad, ha innearbetena fortgått på vanligt sätt.

Assistenten docenten Tamm har åtnjutit tjänstledighet från den 1:sta no-

vember till årets slut, då han förordnats att tills vidare uppehålla professuren i agrikulturkemi med geologi och mineralogi vid Alnarps lantbruksinstitut.

Som vikarie för honom tjänstgör sedan den 1:sta december ingeniör Carl Lundblad. Föreståndaren har för enskilda angelägenheter åtnjutit tjänstledighet under fyra veckor från och med 8 november till och med den 5:te december. Såsom vikarie för föreståndaren tjänstgjorde assistenten Romell och såsom dennes vikarie docenten Stålfelt.

Föreståndaren har på sedvanligt sätt föreläst under februari—april marklära för Skogshögskolans jägmästarekurs. I st. för docenten Tamm, som varit tjänstledig, har lektor Halden föreläst geologi under höstterminen.

Föreståndaren har alltjämt fungerat som ordförande i kommittén för ordnande av skogsavverkningsstatistik och en allmän riksinventering av våra skogar, vilket tagit hans tid rätt mycket i anspråk. Under tiden 27 aug.—7 sept. deltog föreståndaren i en skogsexkursion i Finland, anordnad av finska privatforstmästareföreningen, en exkursion, som var mycket upplysande med hänsyn till de för Sverige och Finland gemensamma skogsproblemen.

I anstaltens meddelanden och flygblad ha avdelningens tjänstemän publicerat följande avhandlingar och uppsatser:

Hesselman, Henrik: Redogörelse för skogsförsöksanstaltens verksamhet under 4-årsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. Medd. h. 19, s. 27—32.

—: Redogörelse för verksamheten vid statens skogsförsöksanstal under år 1922. II Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. h. 19, s. 538—539.

Romell, L.-G.: Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. Medd. h. 19, s. 125—359.

—: Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran. Medd. h. 19, s. 405—451.

Tamm, O.: Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. Medd. h. 19, s. 385—404.

Experimentalfältet den 31 dec. 1922.

Henrik Hesselman.

III. DEN SKOGSENTOMOLOGISKA AVDELNINGEN.

Under vintern och våren ägnades tiden till största delen åt ordnandet och bestämningen av det insektsmaterial, som under årens lopp hopats samt åt bearbetningen av en del strödda iakttagelser över skogsinsekternas biologi. Ichneumoniderna ha bestämts av assistenten vid Naturhistoriska Riksmuseum dr A. Roman och Chalcididerna av dr F. Ruschka, Weyr, Övre-Österrike, varjämte assistenten P. Spessivtseff bestämt och ordnat den svenska samlingen av barkborrar.

Av de strödda iakttagelserna samlades en del under titeln »Skogsentomologiska bidrag I» och en andra del har i det närmaste gjorts färdig.

Sommarens resor ägnades till största delen åt revidering av de försök, som året förut planerats i olika delar av landet för att utröna sammansättningen av den insektsfauna, som angriper granar och tallar, fällda vid olika tidpunkter, på olika sätt exponerade och barkade. De försök, som anordnats voro följande: vid Kolleberga skogsskola av jägmästare F. Bergman, vid Hammarsebo skogsskola av jägmästare B. Aschan, vid Gammelkroppa kolare- och skogsskola av forstmästare K. Lindman, vid Ramsele och Backe m. fl. ställen i Ångermanland och södra Lappland genom länsjägmästare P. Ödmans förmedling av jägmästare J. Runquist i Svanö bolag och forstmästare E. Dahlgren i Kungsgården—Mariebergs bolag, vid Hällnäs skogsskola av jägmästare Axel Elgstrand samt vid Gyljen av jägmästare W. Strandberg.

Dessutom fortsattes vid Hofors de tillsammans med skogschefen B. Wetterhall föregående år medels provytor påbörjade undersökningarna över granbarkborrens uppträdande, varjämte de vid Gammelkroppa iordningställda försöken över snytbaggens och andra i gran- och tallstubbar levande insekters levnadssätt reviderades dels på försommaren, dels på hösten.

Vid Siljansfors försökspark utfördes undersökningar över granbarkborrens uppträdande på de därstädes fällda fångststammarna och över dess angrepp på de stående stammarna, varvid den därstädes förekommande s. k. lågsvärmningen närmare studerades. Dessutom ha de stående fångstträd, som på olika lokaler iordningställts, reviderats, varjämte överallt, där tillfälle därtill funnits, noggranna analyser av stående torkande tallar och granar utförts. Särskild uppmärksamhet har under alla dessa undersökningar ägnats särskilt åt barkborrarnas parasitinsekter och rovinsekter, av vilka ett mycket rikligt material sammanbragts. I Dalby kronopark påbörjades en orienterande undersökning över markfaunan, varvid olika insamlingsmetoder prövades för att förbereda dylika undersökningar under kommande år. I likhet med vad som skett under de senaste åren har amanuensen S. Hermansson, Lund följt granspinnarestekelns uppträdande i kronoparken.

I samband med exkursionerna med jägmästarekursens elever vid Rörström fortsattes därstädes den föregående år påbörjade undersökningen över insektsfaunan i bradskadad skog.

Slutligen anordnades i trakten av Ronneby ett par dagars exkursioner med länsjägmästare G. Fischer och länsskogvaktarna samt vid Jönköping liknande exkursioner med länsjägmästare W. Lothigius, varvid biologiskt material insamlades för att utställas på länsjägmästareexpeditionerna, varjämte en exkursion anordnades vid Klotens fortsättningsskola.

Under hösten har tiden — med undantag av vad som tagit i anspråk för undervisningen vid Skogshögskolan — ägnats åt bearbetningen av det under sommaren insamlade materialet.

Assistenten har deltagit i alla göromålen vid avdelningen, preparerat och bestämt barkborrsamlingen, vilken tack vare byte och köp utvidgats till att omfatta även angränsande länders fauna, samt utfört de teckningar, som behöfts för publikationerna. Under sommaren har han dels deltagit i resorna till Kolleberga, Siljansfors och Ramsele, dels gjort självständiga resor till Ronneby-trakten för att revidera därstädes utlagda fångstträd, dels till olika platser i Ångermanland, Lappland och Norrbotten för att revidera därstädes ordnade försök, som ej föreståndaren medhann. Tack vare sin ingående kännedom om barkborrarna har det därvid lyckats honom att högst avsevärt vidga vår kunskap om den svenska barkborrefaunan.

Under höstterminen har han på grundval av avdelningens material och under sommaren gjorda iakttagelser utarbetat en rikt illustrerad bestämningstabell över de svenska barkborrarna, som f. n. är under tryckning.

I Meddelandena häfte 19, 1922 ha publicerats:

Ivar Trägårdh: Redogörelse för verksamheten vid Skogsförsöksanstalten under fyra-årsperioden 1918—1921. IV. Skogsentomologiska avdelningen sid. 27—37.
—— Skogsentomologiska Bidrag I, sid. 361—384.
—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1922. III. Skogsentomologiska avdelningen sid. 540—541.
Paul Spessivtseff: Bestämningstabell över svenska barkborrar, sid. 453—492.

Experimentalfältet d. 20 dec. 1922.

Ivar Trägårdh.

IV. AVDELNINGEN FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRLAND.

Med år 1922 har avdelningens verksamhet begränsats på så sätt, som enligt den ursprungliga, år 1915 skisserade planen borde karaktärisera den mellersta av de tre femårsperioder, varöver avdelningens verksamhet då ansågs böra sträcka sig. Under året har sålunda ensamt skogsbiträdet haft helårsförordnande, under det att försöksledaren blott varit i tjänst under tiden 26 maj—25 juli och 16 augusti—15 september, alltså sammanlagt under tre månader.

Innearbetena, som pågått under de tider av året, då tjänstemännen haft förordnande och ej samtidigt befunnit sig å resande fot i och för fältarbeten, hava huvudsakligen bestått i bearbetning och ordnande av det mycket betydande material, som efter hand hopbragts för vinnande av en fullständigare kännedom om det norrländska tall- och granfröets egenskaper, särskilt grobarhetens variation under inflytande av klimatiska växlingar under olika år och på olika platser. Under berättelseåret har en ändring av förvaringssättet för fröproven genomförts, i det att dessa prov överflyttats till flaskor med eller utan lufttät paraffinering, i stället för att de förut legat i tygpåsar, inneslutna i större plåtcisterner. Först genom denna ändring har varje fröprov gjorts tillgängligt, utan att samtidigt andra behöva rubbas och utsättas för ny lufttillförsel. De paraffinerade flaskorna förvaras i isskåp, där temperaturen hålles nere under + 6°.

Resor och fältarbeten hava tagit i anspråk följande tider för de olika tjänstemännen: försöksledaren den 25—26 maj, 6—23 juni, 8 och 13 juli samt 27—29 september; skogsbiträdet den 3—20 januari, 6 juni—13 juli, 1 och 11—26 september samt 14—24 oktober. Försöksledarens kortvariga resor i maj och september avse endast hans förflyttning till och från tjänstgöringen å skogsförsöksanstalten. Skogsbiträdets reseperioder i januari och oktober avse besök vid Finnerödja fröklängningsanstalt för klängning av de fröprov, som insamlats under respektive hösten 1921 och eftervintern 1922. Under 33 dagar har ett extra skogsbiträde, Erik Skoglund, samma person som redan en gång tidigare nämligen år 1917 tjänstgjort å avdelningen, haft förordnande att biträda vid revisionerna och därunder befunnit sig å ständiga resor.

Inom de olika undersökningsgrupperna hava följande arbeten kommit till utförande.

Föryngringsfrågan.

a) Fröundersökningar. Som det tallfrö, vars mognad varit beroende av 1921 års sommar, vilken i Norrland var kallare än någon sedan 1902, givetvis var av största värde för undersökningen över klimatets påverkan å grobarheten, insamlades på eftervintern 1922 78 stycken fröprov av tall. Insamlingen och klängningen av denna kott, varmed icke blivit räknat vid upprättandet av kostnadsförslaget för berättelseåret, nödvändiggjorde tyvärr en del inskränkningar i revisionen av försöksytorna.

Genom revirförvaltningens tillmötesgående blev den totala kottkvantiteten från de 7 provträden vid Bispgården insamlad, utan att någon arbetskraft från avdelningen därför behövde tagas i anspråk. Såsom redan nämnts,

fick avdelningen vid tvenne olika tillfällen, i januari och oktober månad, verkställa fröklängning vid Finnerödja. Dessa klängningar omfattade tillsammans 270 fröprov, vilka sedan också avvingats och rensats. Även en del kvantitativa mått- och viktbestämningar hava blivit utförda på större delen av dessa fröprov.

Under året blevo 693 fröprov analyserade i Jacobsenska groningsapparaten, 292 fröprov blevo för motsvarande undersökning utsådda i sandlådor och 621 å fritt land, därav 175 i gallerburen vid försöksanstalten och 223 i för ändamålet nybrutna plantskolor vid dels Bispgården dels Gällivare.

Slutligen hava 32 fröprov av tall underkastats en ingående anatomisk undersökning av groddens och frövitans längd och beskaffenhet.

b) och c) Åtgärder för naturlig föryngring och skogsodlingsåtgärder. Blott 4 nyutsatta, men ännu ej behandlade ytor med nr. 597—600, hållande en sammanlagd areal av 2,25 hektar, hava tillkommit under året. Två av dessa ligga på kronoparken Jovan av Mellersta Stensele och två på kronoparken Rönnliden av Västra Stensele revir.

Kultiverade under året hava ytorna nr. 567 A—D vid Järpen blivit, vilka ytor avse att utröna huru olika provenienser av tall och gran förhålla sig vid förflyttning vid geografiskt närbelägna, men i anseende till höjdläget olika ståndorter. 14 olika provenienser av tall och 26 av gran hava utsåtts på var och en av dessa fyra ytor, vilka tillsammans omfatta 160 parceller med en sammanlagd areal av 0,8 hektar. Under samarbete med Hydrografiskmeteorologiska Centralanstalten hava på dessa ytor jämväl placerats regnmätare och termografer, d. v. s. självregistrerande temperaturmätare, varigenom en noggrannare kännedom om klimatet på de olika höjdlägena möjliggöres.

För erhållande av lämpligt plantmaterial vid blivande komplettering av somliga planteringsytor hava plantskolesådder under året blivit utförda med 8 olika fröprovenienser, därav 5 vid Bispgården, 2 vid Bosundet nära Hoting samt 1 vid Gällivare. Med stort tillmötesgående, varför det är min plikt att här framföra skogsförsöksanstaltens tacksamhet, verkställdes dessa sådder på de båda förstnämnda platserna av respektive revirförvaltningen och Kramfors' Aktiebolags skogsförvaltning.

Revisionen av tidigare kultiverade försöksytor kunde, såsom förut blivit nämnt, av kostnadsskäl ej utsträckas till alla de ytor, som i år borde hava undergått denna behandling. Reviderade blevo emellertid ytorna nr. 215 (3 st. avdelningar), 216 (3 st. avdelningar), 233 (3 st. avdelningar), 372—374, 395—398, 400, 401, 403, 404, 406—410, 411, 451—455, 457—461, 468, 567 A—D, 570 och 571, sammanlagt 38 försöksytor med 450 parceller och en areal av inalles 24,7405 hektar. Revisionen av ytan nr. 468 nära Hoting verkställdes med tillhjälp av skogshögskolans elever och under en exkursion med dessa till Klumpvattnets renbetesland å Frostvikens revir, fick försöksledaren tillfälle att demonstrera och mera flyktigt bese en del av avdelningens ytor vid V:a Fiskåvattnet, nämligen nr. 447, 467 och 555. Revisionen på hösten av berättelseåret av de på Tegefors' Aktiebolags mark belägna ytorna 567 A—D, har utförts av nämnda bolags skogsförvaltning, då avdelningens egna expensmedel visade sig icke räcka till härför. För den värdefulla hjälp, som bolaget härigenom lämnat skogsförsöksanstalten, framföres härmed ett varmt tack.

Sedan föregående årsberättelse har avdelningens negativsamling ökats med 14 nya plåtar och omfattar nu inalles 272 sådana, alla i formatet 13 cm × 18 cm.

Från avdelningen har under året avsänts 350 och inkommit 281 skrivelser och försändelser. För att nöjaktigt kunna leda och behålla kontakten med avdelningens verksamhet har undertecknad nödgas skriva 63 av de förstnämnda skrivelserna på tider, då jag icke varit förordnad som försöksledare.

Det anslagsbelopp, som stått till avdelningens förfogande under året, har utgjorts av 15,700 kr., vilket i dess helhet förbrukats och, såsom redan förut blivit nämnt, i själva verket varit otillräckligt för ett fullt tillvaratagande och utnyttjande av redan befintligt undersökningsmaterial, respektive försöksytor.

Den kortvariga och på mångahanda uppgifter splittrade tid, varunder försöksledaren under året tjänstgjort, har icke medgivit utarbetandet av några publikationer utöver denna berättelse.

Stockholm den 28 december 1922.

Edvard Wibeck.

De institutioner, som stå i bytesförbindelse med denna skriftserie, torde benäget insända sina publikationer under adress

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT, EXPERIMENTALFÄLTET.

Die Institutionen, die mit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in litterarischem Tauschverkehr stehen, werden gebeten, ihre Zusendungen an die folgende Adresse gelangen zu lassen

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(Kgl. Forstliche Versuchsanstalt Schwedens),
EXPERIMENTALFÄLTET, SCHWEDEN.

Institutions exchanging publications with the Swedish Institute of Experimenta Forestry are requested to send these to

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(The Swedish Institute of Experimental Forestry),
EXPERIMENTALFÄLTET, SWEDEN.

Les institutions qui échangent des publications avec la Station de Recherches des Forêts de la Suède sont priées de les envoyer à

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(La Station de Recherches des Forêts de la Suède),
EXPERIMENTALFÄLTET, SUÈDE.

Av Statens Skogsförsöksanstalts publikationer äro hittills utgivna:

Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt

Häftet	1.	1904.	53	sid.	4	fig.				Slutsålt (Vergriffen).	
»	2.	1905.	80	»	22	»	och	2	tavlor	»	»
»	3.	1906.	110	»	32	»	»	2	»	»	»
»	4.	1907.	108 + 12	»	26	»				»	»
»	5.	1908.	286 + 29	»	106	»	»	9	»	»	»
»	6.	1909.	240 + 26	»	54	»	»	2	»	Pris 2,25 kr.	
»	7.	1910.	238 + 32	»	70	»				»	»
»	8.	1911.	279 + 23	»	74	»				»	»
»	9.	1912.	270 + 38	»	83	»	och	3	tavlor	»	»
»	10.	1913.	228 + 30	»	67	»	»	2	»	»	»
»	11.	1914.	200 + 24	»	62	»	»	2	»	»	»
»	12.	1915.	162 + 30	»	57	»				»	»
»	13. 14.	1916. 1917.	1380 + 180	»	397	»	»	18	»	»	18 kr. (för 2 delar).
							(bibliofilupplaga)			»	50 » » » »
»	15.	1918.	290 + 32 sid. 61 fig. Pris 4,50 kr.								
»	16.	1919.	210 sid., 42 fig. Pris 6 kr.								
»	17.	1920.	360 sid., 4 planscher och 43 fig. Pris 9 kr.								
»	18.	1921.	356 sid., 2 planscher och 87 fig. Pris 9 kr.								
»	19.	1922.	544 sid., 1 plansch och 119 fig. Pris 12 kr.								

Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare. En ny publikationsserie, som ej samtidigt inflyter i någon skogstidskrift.

I. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Omberg, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 40 sid., med 4 kartor, 11 tabeller och 1 grafisk framställning. Pris 2 kr.

II. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 62 sid., med 11 kartor, 4 graf. framst. och 17 tabeller. Pris 2 kr.

III. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE och EDVARD WIBECK. 44 sid., med 15 kartskisser, 1 graf. framst. och 7 tabeller. Pris 2 kr.

IV. Beskrivning över Siljansfors försökspark, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 48 sid. med 3 kartor och 2 graf. framst. Pris 2 kr.

V. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 56 sid. med 6 kartor och 6 graf. framst. Pris 2 kr.

Statens Skogsförsöksanstalts flygblad

N:o 1. Tillgången på kott och skogsfrö 1913—1914. Av Gunnar Schotte. 4 sid. 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 2. Grankottens svampsjukdomar. Av Torsten Lagerberg. 5 sid., 2 fig. Pris 10 öre.
N:o 3. Ett observandum vid inköp av skogsfrö. Av Gunnar Schotte. 4 sid., 1 fig. Pris 10 öre.
N:o 4. Tillgången på kott och skogsfrö 1914—1915. Av Edvard Wibeck. 4 sid. 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 5. Tallskytte och snöskytte. Av Torsten Lagerberg. 10 sid., 6 fig. Pris 10 öre.
N:o 6. Trädens fruktsättning år 1915. Av Edvard Wibeck. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 7. Trädens fruktsättning år 1916. Av Gösta Mellström. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 8. Våra vanligaste barkborrar och deras gångsystem. Av Ivar Trägårdh. 28 sid., 27 fig. Pris 30 öre.
N:o 9. Trädens fruktsättning år 1917. Av Gösta Mellström. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 10. Översikt över skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Av Ivar Trägårdh. 28 sid., 13 fig. Pris 30 öre.
N:o 11. Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åligganden. Av Gunnar Schotte. 5 sid., 7 fig. Pris 10 öre.
N:o 12. Tallviveln (*Pissodes pini* L.). En allmän, men i vårt land hittills föga beaktad skogsinsekt. Av Ivar Trägårdh. 8 sid., 7 fig. Pris 30 öre.
N:o 13. Trädens fruktsättning år 1918. Av Gösta Mellström. 6 sid., 2 kartor. Pr. 10 öre.
N:o 14. Barrträdskvalstret (*Paratetranychus ununguis* Jac.). Av Ivar Trägårdh. En fiende i våra plantskolor. 4 sid., 2 fig. Pris 10 öre.
N:o 15. Om törskatesvampens spridning. Av Henrik Hesselman. 8 sid., 4 fig. Pris 30 öre.
N:o 16. Om tall- och granfrö från Norrland. Av Edvard Wibeck. 12 sid., 3 fig. Pris 30 öre.
N:o 17. Några allmänna, men hittills föga uppmärksammade barkborrar och deras gångsystem. Av Ivar Trägårdh. 10 sid., 8 fig. Pris 30 öre.
N:o 18. Trädens fruktsättning år 1919. Av Gösta Mellström. 8 sid., 2 kartor. Pris 30 öre.
N:o 19. Tallbastborren och granbastborren, två fiender till skogskulturer. Av Ivar Trägårdh. 6 sid., 3 fig. Pris 30 öre.
N:o 20. Skogsträdens fruktsättning år 1920. Av Gösta Mellström. 16 sid., 5 kartor. Pris 30 öre.
N:o 21. Bokköldlusen. Av Ivar Trägårdh. 4 sid. 1 fig. Pris 30 öre.
N:o 22. Den större märgborrens skadegörelse och dess bekämpande. Av Ivar Trägårdh. 8 sid. Pris 30 öre.
N:o 23. Några nya skogsodlingsredskap. Av Edvard Wibeck. 12 sid., 6 fig. Pris 30 öre.
N:o 24. I vad mån beror skogens växt på markens mineraliska beskaffenhet. Av Olof Tamm. 8 sid., 1 karta. Pris 30 öre.
N:o 25. Skogsträdens fruktsättning år 1921. Av Gösta Mellström. 18 sid. 5 kartor. Pris 30 öre.
N:o 26. Om rötans spridningshastighet hos granen efter snöbrott. Av Gunnar Schotte. 5 sid. Pris 30 öre.

Skogliga rön. Ur Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt.
Dec. 1921, n:o 1. Om jordmånen i det nordsvenska barrskogsområdet av Olof Tamm. 19 sid. med 3 fig. Pris 50 öre.

Skogsförsöksanstaltens publikationer erhållas genom rekvisition från Statens Skogsförsöksanstalt, *Experimentalfältet.*

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS SKOGS-FÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 20

1923

MITTEILUNGEN AUS DER FORSTLICHEN VERSUCHSANSTALT SCHWEDENS
20. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL FORESTRY
N:o 20

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES DES FORÊTS DE LA SUÈDE
N:o 20

CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM 1923.

Pris 9,00 kr.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS STYRELSE.

LINDMAN, ARVID, konteramiral, f. d. statsminister, f. d. utrikesminister, led. av Riksdagens II kammare, *ordförande.*
FREDENBERG, KARL, generaldirektör och chef för Domänstyrelsen, *v. ordförande.*
BARTHELSON, C. G., f. d. överjägmästare.
RINGSTRAND, NILS G., landshövding i Västerbottens län.
ANDERSSON, GUNNAR, fil. d:r, professor vid Handelshögskolan, domänfullmäktig.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS PERSONAL.

SKOGSAVDELNINGEN.

Föreståndare:

SCHOTTE, GUNNAR, f. d. jägmästare, professor. Rt. Experimentalfältet 32, 10—11 f. m.
Chef för Statens Skogsförsöksanstalt och redaktör för dess publikationer.

Assistent:

PETRINI, SVEN, e. jägmästare.

Första skogsbiträde:

MELLSTRÖM, GÖSTA.

Skogsbiträden:

ANDRÉN, HENNING, skogsmästareexamen.
DARNALD, HARALD.

Räkne-, skriv- och ritbiträden:

MELLSTRÖM, RUTH.
LEFFLER, INGEGERD.
JOHANSSON, ELSA.
Rt. Experimentalfältet 13, 10 f. m.—4 e. m.

Skogsmästare:

CARLSSON, JOHAN REINHOLD, å Siljansfors försökspark, Rt. Vika 20 b.
HENRIKSSON, OSCAR, å Svartberget-Kulbäckslidens försökspark, Rt. Vindeln 77.

NATURVETENSKAPLIGA AVDELNINGEN.

Föreståndare:

HESSELMAN, HENRIK, fil. d:r, professor. Rt. Experimentalfältet 31, 10—11 f. m.

Assistenter:

TAMM, OLOF, fil. d:r., docent, tjänstl., tj. f. LUNDBLAD, KARL, ing.
ROMELL, LARS-GUNNAR, fil. d:r, docent.
MALMSTRÖM, CARL, fil. d:r.

Kemister:

LAURENTZ, GURLI, fil. kand.
KNUTSON, KARIN, fil. kand.

SKOGS-ENTOMOLOGISKA AVDELNINGEN.

Föreståndare:

TRÄGÅRDH, IVAR, fil. d:r, professor, Rt. Experimentalfältet, 33, 10—11 f. m.

Assistent:

SPESSIVTSEFF, PAUL, d:r.

AVDELNINGEN FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRLAND.

(Extra stat.)

Försöksledare:

WIBECK, EDVARD, fil. kand., doc., jägmästare. Rt. Experimentalfältet 39. 10—11 f. m.

Skogsbiträde:

MARELD, FOLKE.

Kamrer: FALCK, EINAR, D. H. H. S. Rt. Experimentalfältet 13, 10—11 f. m., onsdag och lördag 10—12,30 e. m., sedan n:o 6.
Biblioteksamanuens: AMÉEN, HELLEN. Rt. Experimentalfältet 13, 10—11 f. m., sedan n:o 18.
Vaktmästare: KARLSSON, A. W., Rt. Experimentalfältet 30, ankn.

SKOGSFÖRSÖKSANSTALTENS INSTITUTIONSBYGGNAD.

Vaktrummet, Rt. Experimentalfältet 30. 10 f. m.—4 e. m.
Roslagsvägen, Experimentalfältet.

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 20. 1923

MITTEILUNGEN AUS DER FORSTLICHEN VERSUCHS-ANSTALT SCHWEDENS

20. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL FORESTRY

N:o 20

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES DES FORÊTS DE LA SUÈDE

N:o 20

CENTRALTRYCKERIET ≈ STOCKHOLM 1923

Redaktör:
Professor GUNNAR SCHOTTE.

INNEHÅLL:

Sid.

MALMSTRÖM, CARL: **Degerö stormyr.** En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex... 1

Degerö stormyr. Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes ... 177

ROMELL, LARS-GUNNAR: Rättelser till uppsatsen »Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran» (Berichtigung zum Aufsatz »Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte»)... 207 [1]

TRÄGÅRDH, IVAR: **Mål och medel inom skogsentomologien**... 209

Ziele und Wege in der Forstentomologie... 235

SPESSIVTSEFF, PAUL: **Bidrag till kännedomen om bruna öronvivelns** *(Otiorrhynchus ovatus* L.*)* **morfologi och biologi**... 241

Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Lebensweise des Otiorrhynchus ovatus L. ... 255

WIBECK, EDVARD: **Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering** ... 261

Über Missbildung des Wurzelsystems der Kiefer bei Stieleisenpflanzung 300

SCHOTTE, GUNNAR: **Tallfröets proveniens — Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga.** Några norrländska föryngringsproblem I. ... 305

La provenance des semences du Pinsylvestre — une question très importante pour la régénération des forêts en Norrland. — Quelques problèmes relatifs à la régénération dans la Suéde septentrionale I. 397

TRÄGÅRDH, IVAR: **Skogsentomologiska bidrag II.** ... 401

Entomological contributions II. ... 422

Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1923. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1923; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry).

I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av GUNNAR SCHOTTE ... 425

II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN... 435

III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH 436

IV. Avdelning för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK... 438

SCHOTTE, GUNNAR: **Bibliografisk förteckning** över innehållet i Statens Skogsförsöksanstalts publikationer under 20-årsperioden 1904—1923 441

Bibliographisches Verzeichnis des Inhalts der von der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in den Jahren 1904—1923 herausgegebenen Publikationen.

Bibliographical index of contents of the publications from the Swedish Institute of Experimental Forestry in the years 1904—1923.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CARL MALMSTRÖM.

DEGERÖ STORMYR.

EN BOTANISK, HYDROLOGISK OCH UTVECKLINGSHISTORISK UNDERSÖKNING ÖVER ETT NORDSVENSKT MYRKOMPLEX.

FÖRORD.

Sedan flera decennier tillbaka har talats om en överhängande fara, som inom Norr- och Västerbotten hotar skogarna genom försumpning. Denna fara syntes så mycket mer påtaglig som i närvarande stund kolossala arealer av dessa landskap äro vattensjuka och upptagna av myrar och försumpade skogar. Detta förhållande gjorde, att i Skogsförsöksanstaltens arbetsprogram för 1903 intogs undersökningar över försumpningsfaran i Norrland och över de försumpade skogarnas naturförhållanden. Dessa studier upptogos av anstaltens botaniska avdelning (nuvarande naturvetenskapliga avd.) och ställdes sålunda först under professor G. ANDERSSONs och från 1906 i augusti under professor H. HESSELMANs ledning.

Försumpningsundersökningarna, vilka nu igångsattes, förlades till en början huvudsakligen till Piteå kronopark i Norrbotten, där år 1905 ett större försöksfält anlades inom ett vidsträckt, av talrika grundvattenflöden försumpat skogsområde, beläget strax S om hemmanet Rokliden. År 1909 anlades ytterligare ett försöksfält för studium av försumpningsproblem, nämligen på Kulbäckslidens kronopark av Degerförs revir c:a 1 km. S om Kulbäckslidens by. Detta försöksfält skiljer sig så till vida från det å Rokliden, som det gränsar intill en större platåmyr, Degerö stormyr. Avsikten med anläggandet av Kulbäckslidens försöksfält var också att undersöka en större myrs inverkan på omgivande markers vattenförhållanden och dess eventuella roll som försumpningshärd. De problem, vilka enligt planen för försumpningsundersökningarna speciellt skulle studeras på försöksfälten, voro, bortsett från de över grundvattnets stånd och variationer: 1) De försumpade skogarnas floristiska sammansättning och ekologi; 2) Försumpningsprocessernas förlopp och hastighet; samt 3) Markens (markprofilens) förändring i kemiskt och fysikaliskt hänseende vid försumpnings inträde.

1. *Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt*, Häft. 20.

FEB 14 1924

Vid olika tidpunkter under somrarna 1913, 1915, 1916 och 1918 kom författaren av denna avhandling i egenskap av dels tillfälligt biträde och dels t. f. assistent (1918) att assistera professor HESSELMAN vid botaniska och geologiska undersökningar av Kulbäckslidens försöksfält och intilliggande delar av Degerö stormyr. Härunder visade det sig, att någon större klarhet i de på försöksfältet studerade problemen ej stod att vinna utan en ingående kännedom om Degerö stormyrs naturförhållanden och utvecklingshistoria. Som naturvetenskapliga avdelningen vid denna tidpunkt ej kunde igångsätta en dylik undersökning av Degerö stormyr — upptagna som avdelningens tjänstemän voro av flera tidskrävande och maktpåliggande undersökningar — erbjöd jag mig våren 1919 att på egen hand och privat överta studiet av nämnda myr. Detta erbjudande accepterades av professor HESSELMAN, och jag har fr. o. m. slutet av maj 1919 t. o. m. 1920 nästan oavbrutet sysslat med uppgifter, vilka stått i samband med Degerö stormyrs utforskande. — Ehuru undersökningen sålunda kommit att till en väsentlig del utföras privat är den dock att betrakta som ett led i försöksanstaltens försumpningsstudier. Detta har ock gjort, att jag, efter mitt förordnande i januari 1921 som assistent vid Skogsförsöksanstaltens naturvetenskapliga avdelning, fått som tjänsteåliggande att komplettera och avsluta undersökningen.

De sidor av myrkomplexets natur, som mina undersökningar närmast inriktats på att belysa, hava varit: vegetationen, vattenförhållandena samt myrens torvgeologiska byggnad och utvecklingshistoria.

Vegetationen har studerats efter trenne linjer, nämligen de ingående växtsamhällenas floristiska sammansättning, deras utbredningstendenser och successioner i nutiden samt vegetationens förhållande till vissa ståndortsfaktorer. De hydrologiska undersökningarna hava främst gått ut på att söka belysa vattencirkulationen inom myrkomplexet samt försumpningsprocessens mekanik. I samband härmed har uppmärksamhet ägnats metoderna för torvmarkers avdikning. Vid studiet av Degerö stormyrs utvecklingshistoria har såsom den viktigaste uppgiften framstått för mig att belysa myrkomplexets tillväxt — och härigenom indirekt försumpningsprocessernas hastighet under olika skeden.

Vid utarbetandet av avhandlingen har jag ansett lämpligt att i texten ge ett stort utrymme för redogörelser över de metoder, som följts vid studiet av varje särskild fråga. — Då undersökningen pågått under flera år och nya synpunkter och uppslag ofta framkommit under själva arbetet hava ojämnheter i frågornas behandling ej kunnat undvikas. Jag vågar dock hoppas, att denna svaghet till trots, detta första försök till en mera samlad redogörelse för ett nordsvenskt myrområdes naturförhållanden och utvecklingsprocesser skall vara till något gagn för dem jag nu när-

mast vänder mig till, nämligen Norrlands skogsmän. Måhända skola dessa ur denna skildring av Degerö stormyr kunna hämta stöd för redan gjorda iakttagelser och näring till nya uppslag.

Det är min angenäma plikt att här offentligen få framföra mitt stora och uppriktiga tack till alla dem, som på olika sätt understött detta arbetes tillkomst. I första hand vänder jag mig då till min chef, lärare och vän, professor H. HESSELMAN, vilken givit mig uppslaget till undersökningen och sedermera med uppmuntran och levande intresse följt dess fortgång. Professor HESSELMAN har ock godhetsfullt till mitt förfogande ställt flera observationer och fotografier; när han även är upphovsman till i avhandlingen framlagda eller diskuterade idéer framgår detta i varje särskilt fall av texten. I största tacksamhetsskuld stannar jag vidare hos min vördade och avhållna lärare professor R. SERNANDER för grundläggande undervisning, visad välvilja samt många värdefulla uppslag och råd. En särskild tacksamhet är jag skyldig fil. dr F. KEMPE, som godhetsfullt med mig diskuterat åtskilliga dikningstekniska och skogsbördsproblem samt därvid ur sin rika erfarenhet meddelat synnerligen värdefulla upplysningar och vinkar. Vid detta arbetes bringande i tryck har jag mottagit hjälp av professor G. SCHOTTE. Mina kolleger på Skogsförsöksanstalten, docenterna L.-G. ROMELL och O. TAMM hava genom diskussion av olika problem i fält och på laboratorium lämnat mig stort bistånd. De hava ock tagit flera av de fotografier, vilka pryda detta arbete. Docent ROMELL har välvilligt läst ett korrektur.

Ett tack vill jag bringa min vän docent E. MELIN, som godhetsfullt satt mig in i metodiken för såväl recenta som fossila vitmossors bestämning. Han har ock kontrollerat flera av mina vitmössbestämningar. I stor tacksamhetsskuld står jag vidare till fil. mag. N. WILLÉN, vilken lämnat mig god hjälp vid de utvecklingshistoriska och paleontologiska undersökningarna av Degerö stormyr. Ett vördsamt och hjärtligt tack vill jag uttala till förre revirförvaltaren på Degerfors revir, jägmästare K. GRAM, vilken på flera sätt underlättat mina fältarbeten på Degerö stormyr; och mina båda medhjälpare vid fältarbetena sommaren 1919, fil. lic. A. SÖRLIN och kronojägare E. GRUFFMAN, är jag skyldig ett särskilt tack för värdefullt bistånd. Vid anskaffandet av litteratur har stor hjälp lämnats mig av biblioteksamanuensen, fröken HELLEN AMÉEN, för vilken hjälp jag vill frambära ett uppriktigt och varmt tack. För upplysningar eller bestämningsarbeten har jag vidare att tacka: lektor H. W. ARNELL, docent E. ASPLUND, docent G. E. DU RIETZ, assistent E. GRANLUND, lektor B. HALDEN, civilingeniör K. LUNDBLAD, lantbrukare A. NILSSON (Kulbäcksliden), statsgeolog L. VON POST, doktor NAIMA SAHLBOM, docent G. SAMUELSSON, överjägmästare J. WALLMARK.

I detta sammanhang får jag ock till Styrelsen för fonden för skogsvetenskaplig forskning uttala mitt stora och vördsamma tack för det understöd på 2 500 kr., som tilldelades mig för 1919 års undersökningar. Även är det mig en kär plikt att nämna den stora hjälp Norrländska kolonisationskommittén indirekt lämnat mig i mina torvmarksstudier, då denna kommitté för sommaren 1917 engagerade mig som inspektör vid Statsinventeringen av odlingsjord i Norrland och Dalarna. Under denna tjänstgöring fick jag rika tillfällen att lära känna torvmarker inom skilda delar av Norrland.

En ej ringa del av de kostnader, som varit förenade med denna avhandlings publicering har jag själv fått vidkännas. Särskilt gäller detta illustrationsmaterialet.

Hemförda torv- och växtprov hava undersökts dels på Uppsala universitets Växtbiologiska institution, dels (fr. o. m. 1921) på Skogsförsöksanstalten.

Den i detta arbete använda nomenklaturen överensstämmer beträffande fanerogamer med den av C. A. M. LINDMAN i »Svensk fanerogamflora» (Stockholm 1918) brukade; beträffande kärlkryptogamer med »HARTMANS handbok i Skandinaviens flora», redigerad av O. R. HOLMBERG (Stockholm 1922); bladmossor (utom *Sphagna*) enligt »Förteckning öfver Skandinaviens växter utgifven av Lunds Botaniska Förening. 2. Mossor.» Utarbetad av HJ. MÖLLER (Lund 1907); *Sphagna* enligt C. JENSEN »Danmarks Mosser I. *Hepaticales*, *Anthocerotales* og *Sphagnales*» (København 1915); blad- och busklavar enligt B. LYNGE »De norske busk- og bladlaver» (Bergen 1910), övriga lavar enligt TH. M. FRIES »Lichenographia Scandinavica» (Upsala 1871—74).

Myr uppfattas av mig såsom ett geologiskt-topografiskt begrepp och ej såsom av vissa forskare, t. ex. E. MELIN (MELIN 1917, s. 3), som ett enbart växtgeografiskt.

Experimentalfältet i december 1923.

INNEHÅLL.

Sid.

Kap. 1. Orienterande översikt av områdets allmänna naturförhållanden m. m. 7
Läge m. m. 7
Degerö stormyrs gränser och ytgestaltning 7
Temperatur och nederbörd 12
Kulturinflytelser 13

Kap. 2. Degerö stormyrs vegetationsförhållanden 15
A. Indelningsprinciper och analysmetoder 15
B. Myrmarkernas växtsamhällen 20
Cyperacé- och örtmossar 21
Mossrika cyperacékärr 33
Dykärr 36
Vegetationen å flarkar 38
Trädbevuxna rismossar 40
Associationskomplex av cyperacémosse- och trädbevuxna rismossesamhällen 51
Trädbevuxna cyperacémossar 56
Sumpskogar (»försumpade skogar») 58
C. De öppna vattnens växtsamhällen 62
D. Om myrmarksväxtsamhällenas utbredningstendenser och successioner i nutiden 65
E. Spridda ekologiska studier över växtsamhällena 67
Markens halt av lösta mineraliska ämnen 67
Vattnets syrehalt inom ståndorter för olika växtsamhällen 69
Vattenståndet i marken 76
Om uppkomsten av flarkar och strängar 80

Kap. 3. Torvjordarter och lagerbyggnad 86
A. Degerö stormyrs torvjordarter 86
Terminologi 86
Om metoden för torvjordarternas undersökning 88
Om förutsättningarna att bestämma torv- och torvdyslagens »modersamhällen» 90
B. Degerö stormyrs torvgeologiska byggnad 93
Beskrivning av tvärprofiler genom Degerö stormyr 96

Sid.

Kap. 4. Degerö stormyrs vattenförhållanden 107
A. Torvmarkshydrologiens grundbegrepp m. m. 107
Terminologi 107
Om grundvattnet i torvmarker 109
B. Degerö stormyrs vattenhushållning 115
Tillrinning och avvattning 115
Vattenströmmar inom myrkomplexet 117
C. Diskussion av försumpningsprocesserna inom myrkomplexet 122
D. Om planläggning av ett dikessystem på Degerö stormyr på grundval av de hydrologiska undersökningarnas resultat 130
Om planläggning av dikessystem i allmänhet 130
Förslag till dikessystem för Degerö stormyr 135

Kap. 5. Degerö stormyrs utvecklingshistoria 138
A. Dateringsmetoder 138
Om den pollenanalytiska metoden och dess förutsättningar att tjäna som åldersbestämnings- och lagerkonnekterings-metod samt att belysa forna skogars sammansättning..... 141
B. Myrkomplexets tillkomst och daning 151
Degerö stormyr under preabiegn tid (tiden före granens invandring)..... 151
Degerö stormyr under abiegn tid (tiden efter granens invandring) 161

Kap. 6. Om klimatet i Västerbottens kustland under postglacial tid enligt Degerö stormyrs torvbildningars vittnesbörd 168

Anförd litteratur 172
Resümee 177

Kap. 1. ORIENTERANDE ÖVERSIKT AV OMRÅDETS ALLMÄNNA NATURFÖRHÅLLANDEN M. M.

Läge m. m. Myrkomplexet Degerö stormyr är beläget inom Degerfors socken i sydöstra Västerbotten. Det intar ett cirka 6,5 kvadratkilometer stort område av landet mellan Ume- och Vindelälvarna, 7 km. VSV om Vindelns järnvägsstation[1]. Exakt angivet är läget 64° 10'—64° 12' nordlig bredd och 1° 28'— 1° 32' ostlig längd från Stockholms observatorium.

Den trakt inom vilken Degerö stormyr kommit till utbildning är ett högland, 250—300 m. över havet. I sydväst begränsas detta högland av Umeälven och i nordost av Kulbäcken — en mindre biflod till Vindelälven. Dess östra gräns går strax väster om järnvägslinjen Tvärålund—Vindeln.

Här och var resa sig inom detta högland låga berg, vilka göra terrängen ganska starkt kuperad. Myrmarker av växlande storlek intaga stora vidder och sätta en stark prägel på landskapet.

Berggrunden består av den för större delen av södra Västerbotten karaktäristiska grå, väl skiktade gnejsen. Mera sällan träder dock denna i dagen utan täckes av lösa jordlager. Endast på höglandets sluttningar mot Kulbäcken och Umeälven träffas blottade berghällar i större omfattning. Synbarligen markera dessa hällmarksfläckar, särskilt som deras övre kanter ligga på samma höjd (c:a 250 m.), högsta strandläget för det senglaciåla havet (marina gränsen). De äro med andra ord utgrävnings- eller erosionsterrasser, som havets vågor åstadkommit i bergsluttningens moräntäcke.

De lösa jordlagren bestå ovan marina gränsen uteslutande av moräner samt torv- och gyttjelager. På höglandets sluttningar nedanför marina gränsen träffas dessutom ler- och sandlager i stor utsträckning.

Degerö stormyrs gränser och ytgestaltning. Det är i höglandets norra del som Degerö stormyr utbreder sig (se fig. 1). Den upptar ett till formen nästan rektangulärt område mellan tvenne i NV—SO framstrykande moränklädda bergryggar. Av dessa benämnes den södra

[1] En färd till Degerö stormyr företages bekvämast från Vindelns järnvägsstation över byn Kulbäcksliden. Man kan ock nå myren via byn Bastuselet invid landsvägen Tvärålund—Lycksele. Denna väg är dock ganska besvärlig.

Fig. 1. Karta över Degerö stormyr-trakten. (Efter Generalstabens karta över Sverige: Kartblad 56, Degerfors SV). Skala 1 : 100 000. Det med brutna linjer begränsade området omfattar Kulbäckslidens försökspark.

Karte der Gegend von Degerö Stormyr. Massstab 1 : 100 000. Das von der gestrichelten Kontur begrenzte Gebiet ist der Versuchsforst Kulbäcksliden.

Kåtaåsen och den norra i västra delen Stormyrtjälen och i östra Flakatjälen. Mot sydost begränsas Degerö stormyr av höglandets mäktigaste berg, det 318 m. höga Storliden. Myrens gränser äro dock ingalunda knivskarpa. Sålunda sammanhänger Degerö stormyr på norra och nordvästra sidorna med »försumpade skogar», som upptaga delar av höglandets sluttning mot Kulbäcken. Å västra sidan finnes öppen förbindelse mellan Degerö stormyr och den sydväst därom belägna Granängesmyren (Granänget).

Degerö stormyrs längd (i NV—SO) är c:a 3,5 km. och bredden (i NO—SV) 1,5—2 km. Höjden över havet varierar mellan 265—275 m. Degerö stormyr ligger sålunda helt och hållet ovan marina gränsen.

Vidstående karta (fig. 2) visar huvuddragen av Degerö stormyrs ytgestaltning. Talrika större och mindre — ofta i rader ordnade — holmar uppdela myrens yta i ett antal m. l. m. skilda partier. Dessa holmar äro delar av ett system ändmoräner, vilket övertvärar myrens bäcken vinkelrätt mot förutnämnda bergryggar. På Degerö stormyrs sydvästra sida framträda dessa ändmoräner tydligt i form av långa och smala uddar, som skjuta vinkelrätt ut från Kåtaåsen.

Tillfölje förekomsten av dessa moränvallar kan Degerö stormyr ej betraktas som en enhetlig bildning utan snarare som ett *komplex* av flera småmyrar. Dessa stå visserligen i förbindelse med varandra, men uppvisa dock ofta stora olikheter inbördes, med hänsyn till morfologi och utveckling.

Degerö stormyrs holmar äro tämligen låga. Endast ett fåtal höja sig vid pass 4 m. över omgivningarna, och oftast är höjden blott omkring 1 m. Holmarna äro alltid skogklädda. De små och låga upptagas av torra tallhedar, där träden äro låga och mariga. De högre och större holmarnas vegetation utgöres vanligen av mossrika tall- och granskogar, stundom av ganska god beskaffenhet. På grund av de talrika holmarna förmår Degerö stormyr ej göra något mäktigare intryck på besökaren. Ingenstädes mötes han av några större, mera imponerande vidder. Däremot verkar myrkomplexet i hög grad kaotiskt och villsamt, vilket förövrigt är ett karaktärsdrag hos Västerbottens myrar.

Man kan indela Degerö stormyr i tvenne huvudområden, ett västligt och ett ostligt. Dessa båda områden, vilka blott obetydligt korrespondera med varandra, åtskiljas genom en bred moränvall, som sträcker sig från Stormyrtjälen i norr till ostligaste delen av Ö. Skomakareängen i söder. I denna moränvall ingår den på kartan (fig. 2) lätt synliga holmen Granåsen.

Vart och ett av dessa huvudområden sönderfaller i sin tur i flera smärre partier. Sålunda splittras det östra området genom fyra inskjutande

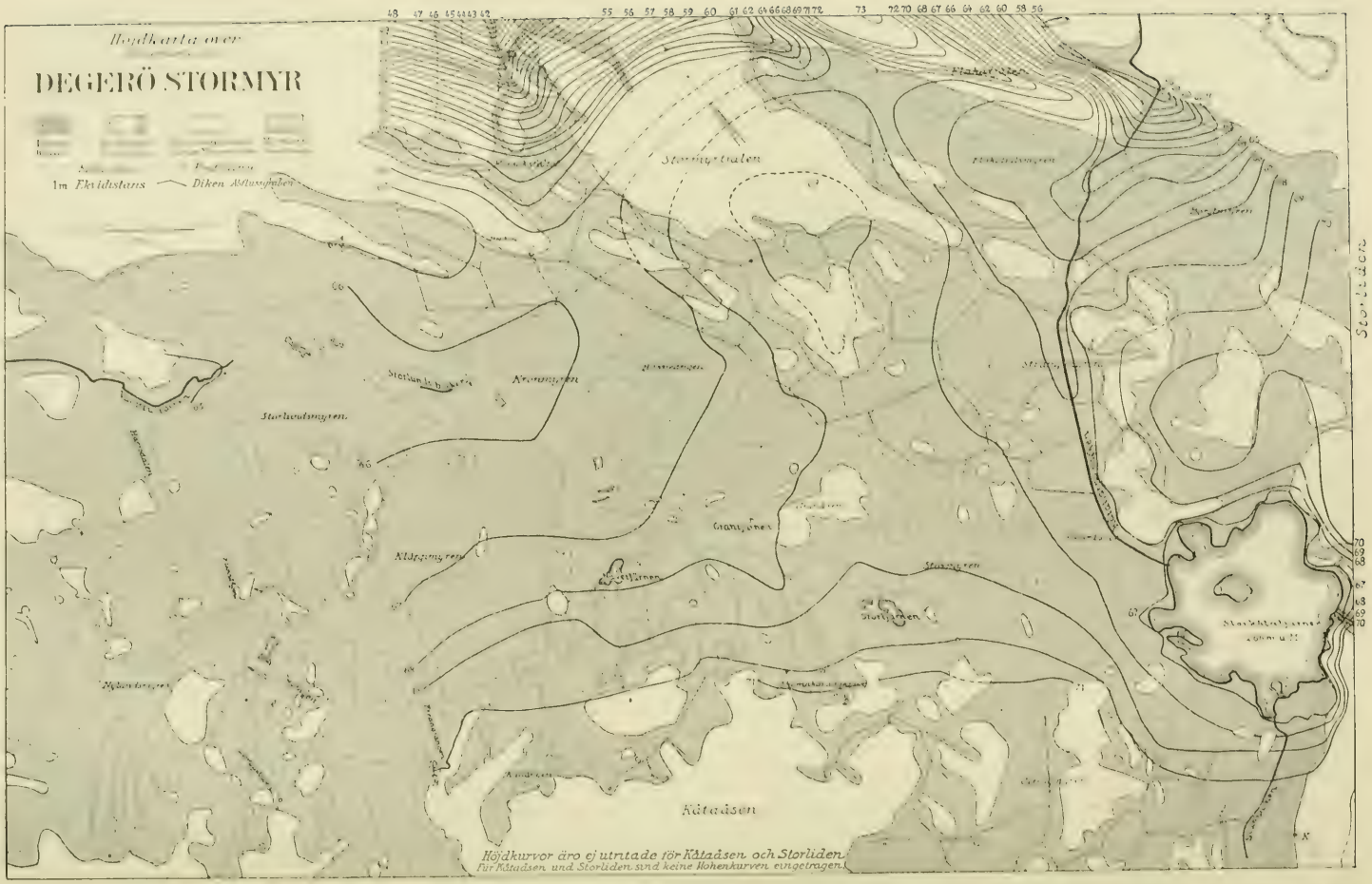


Fig. 2. Höjdkarta över Degerö stormyr, upprättad år 1922 av C. Malmström (delvis på grundval av nivelleringar gjorda sommaren 1913 av överjägmästare J. Wallmark). De prickade linjerna äro vegetationsgränser.

Höhenkarte über Degerö Stormyr. Die feinen punktierten Linien sind Vegetationsgrenzen.

ändmoräner i fem ganska väl avgränsade delar, nämligen Stor-, Stränga-, Flakatjäls- och Borstmyrarna samt Storkåtatjärnsområdet. Det västra huvudområdet, vilket har en mera komplicerad sammansättning, sönderfaller i fyra större torvmarkspartier, Kron-, Kläpp-, Storlunds- och Nylandsmyrarna, samt talrika smärre.

Degerö stormyrs höjd- och lutningsförhållanden äro ganska invecklade. De högst belägna delarna av myrkomplexet träffas omkring Kåtaåsen och Storliden. Från Kåtaåsen lutar myrkomplexets yta först mot norr, för att sedan i närheten av Granåsen sadelformigt sänka sig mot öster och nordväst. Som det östra huvudområdet sålunda kommer att ligga mellan tvenne höjdsträckningar, Granåsvallen å ena sidan och Storliden å andra, får det formen av en bred dalgång med huvudriktning i norr—söder. Det västra området sänker sig på bred front i nord- och nordvästlig riktning. Mera sällan utjämnas höjdskillnaderna långsamt och kontinuerligt. I stället sänker sig myrens yta vanligen trappstegsformigt. Orsaken därtill äro ändmoränerna, vilka spela rollen av dämningsvallar. Se vidare kartan (fig. 2) samt profilplanscherna I o. II, vilka bättre än ord åskådliggöra lutningsförhållandena.

Djupförhållandena inom myren äro i stor omfattning i detalj fastställda. På intet ställe har uppmätts större djup än 7,80 m. (Fredagsängen) och myrens botten ligger, om man bortser från moränåsarnas strandzoner, där bottendjupet givetvis är mindre, oftast på ett djup av 3 till 4 meter. Det har visat sig, att Degerö stormyrs bäcken i sina huvuddrag är tämligen flackt. Stora bottendjup träffas vanligen endast inom sådana delar av myrkomplexet där markytan genom uppdämning (av ändmoräner) ligger högt, såsom inom Fredags- och Lördagsängarna och kring Stortjärnen.

I närvarande tid träffas inom Degerö stormyr ett tiotal tjärnar. Dessa uppträda huvudsakligen i myrkomplexets södra och västra delar. Storleken av sjöarna är i regel ringa (1—20 ar). Den enda mera betydande sjöbildningen är den i myrkomplexets södra del belägna Storkåtatjärnen. Denna upptar en yta av c:a 11,5 hektar.

På grund av sitt höga läge mottager Degerö stormyr föga vatten från omgivande terräng. Inom det östra området mynna tvenne obetydliga bäckar, Sluk- och Holmyrbäckarna, samt sju källor, vilka senare springa upp på Kåtaåsen och Storliden. Inom det västra området saknas varje bäcktillflöde. Däremot träffas ett stort antal källor. (Se vegetationskartan). Dessa äro dock alla tämligen svaga. — De atmosfäriska tillflödena synas därför viktigare för myrkomplexets vattenhushållning än de terrestriska.

Myrens överloppsvatten söker sig huvudsakligen åt norr och nordväst, där det dels i form av bäckar och dels som grundvatten rinner ned mot Kulbäcken. De viktigaste av dessa bäckar äro Vargstu- och Kåtatjärns-

bäckarna. Vargstubäcken rinner upp i norra delen av västra området. Kåtatjärnsbäcken, som bildar Storkåtatjärnens avlopp, tager sin väg över myrens östra del. Ingen av dessa bäckar besitter någon större dränerande förmåga. Myren har därför en tämligen riklig vattentillgång.

Temperatur och nederbörd. Från Degerö stormyr eller någon ort i dess omedelbara närhet föreligga inga fullständigare temperaturobservationer.

Att döma av vegetationsförhållandena förefaller det som låge myrkomplexet inom en av Västerbottens i temperaturhänseende mera gynnade delar. Flera växter med huvudsakligen sydlig utbredning uppträda, t. ex. *Calla palustris*, *Scirpus silvaticus*. I skogarna ingår hängbjörken (*Betula verrucosa*) tämligen allmänt i såväl nord- som sydlägen.

I H. E. HAMBERGs arbete (HAMBERG 1908) meddelas temperaturuppgifter från det 32 km. sydväst om Degerö stormyr belägna Bjurholm. Som temperaturförhållandena inom Bjurholm säkerligen i huvuddrag äro analoga med dem inom undersökningsområdet återger jag härnedan HAMBERGS siffror för denna ort. Till jämförelse meddelas även samtidiga temperatursiffror från Umeå, Stensele, Stockholm och Lund.

Tabell 1. **Medeltemperatur i Celsiusgrader för åren 1859—1900 vid stationernas nivå.** Mitteltemperatur der ahre 1859—1900 an der Niveau der Stationen.

Stationer	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli
Bjurholm	— 9,70	— 9,56	— 6,21	— 0,32	+ 4,95	+ 11,29	+ 13,75
Umeå	— 8,50	— 8,86	— 5,92	+ 0,01	+ 5,45	+ 12,27	+ 14,99
Stensele	— 12,16	— 11,70	— 7,87	— 0,79	+ 5,06	+ 11,69	+ 13,99
Stockholm (Experimentalfältet)	— 3,33	— 3,73	— 1,85	+ 3,19	+ 8,42	+ 14,04	+ 16,56
Lund	— 0,83	— 0,73	+ 0,87	+ 5,23	+ 10,09	+ 14,63	+ 16,39

Stationer	Augusti	Sept.	Oktober	Nov.	Dec.	Året das Jahr
Bjurholm	+ 11,87	+ 7,65	+ 1,63	— 4,63	— 9,31	+ 0,95
Umeå	+ 13,15	+ 8,61	+ 2,58	— 3,07	— 7,48	+ 1,94
Stensele	+ 11,52	+ 6,77	+ 0,21	— 6,16	— 11,67	— 0,09
Stockholm (Experimentalfältet)	+ 15,19	+ 11,36	+ 5,90	+ 1,29	— 2,29	+ 5,40
Lund	+ 15,68	+ 12,63	+ 7,87	+ 3,44	+ 0,22	+ 7,12

Sedan hösten 1909 ha observationer utförts inom myrkomplexet över tidpunkten för snösmältning, tjällossning och isläggning samt fr. o. m. augusti 1910 på Skogsförsöksanstaltens bekostnad å det närbelägna Kulbäcksliden över nederbörden.

En sammanställning av iakttagelserna över snösmältningen inom Degerö stormyr visar, att denna i genomsnitt tagit sin början den 14 april och

avslutats ungefär en månad senare. Extremt tidig snösmältning ägde rum åren 1910, 1914 och 1918. Våren 1910 låg myren bar redan den 30 april. 1914 och 1918 var snötäcket bortsmält första dagarna i maj. Mycket sent inträdde snösmältning åren 1915 och 1917. Snödrivor lågo då kvar på myren ända in mot slutet av maj.

Tidpunkten för tjällossningen växlar mycket inom olika delar av myrkomplexet ett och samma år. För detta spelar vegetationens beskaffenhet en fundamental roll. Inom cyperacé-mossar och kärr går tjälen ur marken ungefär samtidigt med eller strax efter snösmältningen. Inom rismossar och sumpskogar åter kvarligger tjälen flera veckor, ja stundom månader sedan snötäcket smält bort. Särskilt länge dröjer tjälen kvar i luckra vitmosstuvor. År 1919 genomskuros i slutet av juni flera av *Sphagnum fuscum* bestående tuvor. I dessa kvarlågo då alltjämt islinser. Dessa sträckte sig dock ej nämnvärt på djupet, utan lågo alla ett stycke ovan allmänna grundvattensnivån.

Vintern börjar — om vi såsom utgångspunkt härför taga de första snöfallen — vanligen i början eller mitten av oktober. Vegetationsperioden å Degerö stormyr kan sålunda ej omfatta längre tid av året än $4^1/_2$ à 5 månader. Tiden för isläggningen av cyperacé-mossarna på Kronmyren har under åren 1909—1921 varierat mellan 18 okt. och 23 nov.

Nederbördsförhållandena inom Degerö stormyr belysas av nedanstående tabell 2 över medeltal av nederbörden på Kulbäcksliden 1911—1922.

Tabell 2. **Regn per månad och år mätt i mm.**
Niederschlag pro Monat und Jahr in Mm.

Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Året das Jahr
23	18	20	26	29	53	60	55	59	38	43	39	463

Kulturinflytelser. I likhet med flertalet norrländska myrar har Degerö stormyr varit utsatt för kulturinflytelser i form av slåtter, kreatursbete och dikningar. Vi vilja härnedan ingå på en granskning av dessa kulturinflytelser, för att söka bedöma i vilken omfattning de kunna ha eller haft ett störande inflytande på myrkomplexets naturliga utveckling.

Slåtter. Sedan länge har Degerö stormyr på grund av sitt läge nära gamla kulturplatser (Degerön, Degerfors) varit föremål för slåtter. Denna har dock säkerligen alltid haft ringa omfattning, beroende på att de för slåtter bäst ägnade växtsamhällena (starrkärr, starrmossar) i historisk tid ej haft någon större utbredning inom området. Å den växtfysiognomiska kartan över myren framgår av tecknen för hölador var slåtterfläckarna i nutiden äro belägna. Av ladornas antal kan även en unge-

färlig uppfattning vinnas om slåtterns storlek. (Höladorna äro nämligen ganska likstora. Deras längd och bredd är c:a 4 m. och höjden oftast 2 m.) Slåttern spelar numera inom myrområdet en ganska liten roll. Myrslogarna nyttjas ej varje år, och det kommer förmodligen ej att dröja länge tills de fullständigt övergivas. Vid sidan om starrgräsbärgningen har vidare förekommit lavtäkt. Man insamlade från rismossarna renlav (*Cladonia silvatica* och *C. rangiferina*) samt islandslav (*Cetraria islandica*), för att användas som foder åt kreaturen. Huvudsakligen skedde detta under nödår. Någon dylik insamling har ej förekommit under de senaste 30 à 40 åren.

Bete. Betets hämmande inflytande på den naturliga utvecklingen av Degerö stormyrs växtsamhällen har säkerligen även varit ringa. Visserligen har myren sedan senare hälften av 1800-talet använts såsom tillfällig betesmark för närbelägna byars nötkreatur och får. Men dessa djur hava dock huvudsakligen uppehållit sig inom vissa inskränkta partier av myrkomplexet. Sålunda hava Hässjeängen på Kronmyren, Fredags- och Lördagsängarna samt de med starr bevuxna stränderna av Kåtatjärnsbäcken utgjort omtyckta uppehållsorter för kreaturen. Dessa sistnämnda platser ha helt säkert påverkats av betet och de biinflytelser i form av nedtrampning och gödsling, som sammanhänga därmed.

Dikningar. Ett av de kraftigaste ingrepp, människan kan göra på den naturliga utvecklingen av en myrmark, är dikning. Sådana ingrepp hava berört vissa delar av Degerö stormyr. Det äldsta av dessa daterar sig från år 1886. Då sänktes Storkåtatjärnen omkring en meter genom att Kåtatjärnsbäckens strömfåra rätades och fördjupades. Samtidigt anlades en dammbyggnad i Storkåtatjärnens avlopp för reglerandet av sjöns vattenstånd. 29 år senare utfördes återigen en del torrläggningsarbeten. På hemställan av Statens skogsförsöksanstalt och ledningen för Degerfors revir utarbetade åren 1913—1914 förre dikningsledaren i Västerbottens län, nuvarande överjägmästare J. WALLMARK en dikningsplan över de Kronan tillhöriga områdena av myren. Denna plan kom omedelbart till utförande och redan 1915 voro stora delar av Degerö stormyrs östra huvudområde genomkorsade av djupa avloppsdiken. — Beträffande dikningens omfattning vill jag hänvisa till kartorna, på vilka dikena äro i detalj inlagda. — Ehuru detta dikningsföretag fick en ganska stor omfattning, har torrläggningen dock ännu ej nått den grad, att den kunnat annat än rent lokalt föra myrens växtsamhällen in i nya utvecklingsbanor. De största förändringarna hava skett på Strängmyren och inom sumpskogarna på Kåtaåsens norra sluttning. — Stora delar av Degerö stormyr äro alltjämt fullständigt oberörda av dikning, exempelvis Storlunds-, Kläpp- och Nylandsmyrarna inom det västra området.

Kap. 2. DEGERÖ STORMYRS VEGETATIONS-FÖRHÅLLANDEN.

A. Indelningsprinciper och analysmetoder.

Under senare år har frågan om växtsamhällenas klassificering och analys varit föremål för en mycket omfattande diskussion. När man går att ta del av de olika inläggen i denna diskussion får man emellertid ett starkt intryck av, att denna fråga ännu ej på långt när är utdebatterad. Stor oenighet råder nämligen än i dag rörande själva grundprinciperna för växtsamhällsklassifikationen och växtsamhällsanalysen. Här är ej platsen att ingå på en framställning av de olika uppfattningar, som härvidlag göra sig gällande[1]. Däremot synes det mig nödvändigt — på grund av den rådande förbistringen — att noga angiva de indelningsprinciper och analysmetoder, som vunnit tillämpning vid studiet av Degerö stormyrs växtsamhällen.

Indelningsprinciper. Vid studiet av Degerö stormyrs vegetation hava de indelningsprinciper och den terminologi följts, som R. Nordhagen gjort sig till målsman för i arbetet »Om nomenklatur og begrepsdannelse i plantesociologien — Kristiania 1920».

När man färdas ute i naturen lägger man inom kort märke till att växterna icke uppträda i ett planlöst virrvarr, utan att de i stället med en viss lagbundenhet sluta sig samman i tämligen homogena grupper (växtsamhällen), av vilka vegetationen mosaikartat sammansättes. Dessa växtgrupper kunna ha mycket växlande sammansättning och utseende. I vissa ingå ett stort antal arter, inom andra få. Somliga kunna bli fullständigt utvecklade på en liten yta, andra kräva en vida större o. s. v.

Det är dessa i naturen föreliggande till artsammansättningen och täckningsförhållandena m. l. m. homogena växtsammanslutningar, som tagas som grundläggande enheter vid vegetationsklassifikationen. — I överensstämmelse med Nordhagen benämner jag dylika växtsamhällen *associationer*.

För att kunna ge en överskådlig bild av ett områdes vegetation är det i viss mån nödvändigt att icke endast urskilja och karaktärisera associationer, utan även ordna dem i grupper eller typer. En dylik gruppering av associationer göres enligt Nordhagen efter associationernas

[1] Den för dessa frågor intresserade hänvisas till sammanfattande arbeten av G. E. Du Rietz 1921 b och J. Braun-Blanquet 1921.

floristiska och fysiognomiska likhet. Associationer, som visa en ingående floristisk och fysiognomisk överensstämmelse föras till samma *associationstyp* (l. c. s. 99). — I stället för det långa ordet associationstyp har NORDHAGEN i ett senare arbete (NORDHAGEN 1920—21 s. 26) infört termen *sociotyp*. Denna senare term användes i denna avhandling.

Ehuru de ledande principerna för associationernas begränsning och gruppering sålunda äro synnerligen enkla och klara kunna dock vissa svårigheter ej alltid undvikas vid deras praktiska tillämpning. Vad associationsbegränsningen angår, beror detta på, att man ej alltid kan uppdra fullt bestämda gränser inom den organiska enhet, som vegetationen bildar på en plats. Sålunda förekommer ofta inom i stort sett likformiga växtsamhällen en regelbundet återkommande koncentration av vissa arter, som kan vara edafiskt betingad eller sammanhänga med formen och byggnaden av de ingående växternas underjordiska skottdelar. Det är särskilt dessa »småassociationer inom associationer», som på grund av den otaliga mängden olika utbildningsformer erbjuda forskaren så stora svårigheter vid den sociologisk-systematiska värdesättningen. Lika svårt är många gånger att på ett oomtvistligt sätt uppställa sociotyper. Grupperingen göres som nämnts med avseende på associationernas likhet. Men likhet är ett relativt begrepp, som inom sig rymmer en mångfald tolkningar. Detta har också haft till följd, att många forskare vid uppställandet av växtsamhällstyper, vilka i systematiskt hänseende avse att inta samma rangställning som ovannämnda sociotyper, förfarit mycket olika. Somliga ha ställt mycket stränga fordringar på associationernas likhet vid sociotypernas uppställning. Andra åter ha ej varit så nogräknade och dragit gränserna mindre snävt. Så länge man endast håller sig till kärlväxterna, kan, som NORDHAGEN med rätta framhåller (l. c. s. 56) klassificeringen ofta genomföras lätt och få sken av att vara mycket »naturlig». Men tagas kryptogamerna med, träda svårigheterna att konsekvent genomföra en sträng typbegränsning klart fram i dagen. — Härav följer med nödvändighet, att det ytterst blir en smakfråga eller rättare sagt en praktisk fråga vilken begränsning associationen och sociotypen få.

Ofta kan det för vinnande av större överskådlighet vara lämpligt att sammanfatta sociotyper till grupper av högre systematisk ordning. Detta har varit fallet i föreliggande studie. I likhet med de flesta forskare använder jag vid denna växtsamhällenas sekundära indelning termen *formation*. Formationsbegreppet definierar jag i anslutning till NORDHAGEN (1920 s. 112) på följande sätt: Sociotyper (associationstyper), som visa en utpräglad fysiognomisk överensstämmelse föras till samma formation.

Som jag nyss framhöll träffas ofta inom för övrigt homogena växtsamhällen regelbundet återkommande koncentreringar fläckvis av vissa arter. I extremaste fall kunna dessa sammanslutningar bli så fixerade, att man utan tvekan kan benämna dem associationer. G. E. DU RIETZ, som inlagt stor förtjänst om utredandet av växtsociologiens mosaikbildningar, har kallat dylika som en växtgeografisk enhet uppträdande föreningar av flera associationer för *associationskomplex*. (DU RIETZ 1917, NICHOLS 1917, DU RIETZ, FRIES och TENGWALL 1918 s. 165.) På samma sätt som termen association endast avser att beteckna en sammanslutning, en helhet, gör också termen associationskomplex. Och i analogi med begreppet sociotyp har uppställts begreppet *associationskomplextyp* som sammanfattning av likartade associationskomplex (NORDHAGEN 1920 s. 120).

Analysmetoder. På grund av att associations- och associationskomplexbegränsningarna ej kunna göras oberoende av forskarens subjektiva omdöme är det av största vikt vid vegetationsundersökningar att nedlägga den största möjliga omsorg på *karaktäriseringen* av de urskilda associationerna och associationskomplexen. Det gäller sålunda att tillgripa analysmetoder, vilka vila på objektiv grund och samtidigt äro så känsliga, att de förmå påvisa även fina detaljer i växtsamhällenas konstitution. Blott på detta sätt erhålles en inblick i associationernas byggnad, på vilken en vetenskaplig granskning kan baseras. Detta har vidare stor betydelse för sociotypernas uppställning. Genom jämförelser av på objektiv väg erhållna associationsanalyser kan var och en lättare bilda sig en uppfattning om graden av den likhet, som berättigade hänförandet av olika associationer till en och samma sociotyp.

Av befintliga analysmetoder synes mig den av C. RAUNKIÆR utarbetade formationsstatistiska metoden (RAUNKIÆR 1909) erbjuda de påtagligaste fördelarna och uppfylla fordringar på både objektivitet och känslighet vid detaljers registrering[1]. I föreliggande undersökning har denna metod kommit till användning, ehuru delvis i dess av T. LAGERBERG modifierade form (LAGERBERG 1914 s. 142 o. följ.).

Ett växtsamhälles byggnad bestämmes huvudsakligen av de i detsamma ingående arterna, deras spridning och deras täckning. Efter den RAUNKIÆRska metoden fastställes en arts *spridning* inom växtsamhället genom floristisk analys av ett antal smärre ytor, vilka uttagas med tillhjälp av en ram (cirkel) av bestämd storlek. Varje art erhåller därefter ett frekvenstal lika med antalet av de ytor inom vilken den anteck

[1] Över de viktigaste metoderna för analys av växtsamhällen lämnar C. FERDINANDSEN i arbetet »Undersøgelser over Danske Ukrudsformationer paa Mineraljorder. — København 1919» en god framställning, till vilken skrift den intresserade hänvisas.

nats. Frekvenstalet angives i regel i procent, *frekvensprocent*. Oftast användas ramar (cirklar) av $^1/_{10}$ m² storlek. Dessa utkastas godtyckligt 25 eller 50 gånger inom det på förhand avgränsade samhället. Till skillnad från RAUNKIÆRS sätt att godtyckligt utkasta ramarna utlägger LAGERBERG dem enligt sin metod i ett symmetriskt förband. Det är tydligt att härmed varje möjlighet avlägsnas till ett subjektivt val vid frekvensbestämningen. (Att RAUNKIÆR ej införde ett fast förband vid ytornas utläggning beror främst därpå, att denne forskare arbetat inom synnerligen enhetliga växtsamhällen. Kravet på en bestämd rutfördelning blir härigenom tämligen överflödigt[1]). I samma avhandling där LAGERBERG publicerar sin nu nämnda modifierade form av den RAUNKIÆRska undersökningsmetodiken (LAGERBERG 1914) framlägger han även en metod för bestämmandet av arters täckningsgrad inom växtsamhällen. Denna fastställes ävenledes med tillhjälp av ramar, vilka utläggas i ett bestämt förband. Man uppskattar härvid huru stor del av den av ramen begränsade ytan de olika arterna täcka. För att göra metoden lättare användbar uppskattas endast i fjärdedelar av varje ruta. Av de olika täckningssiffrorna 0, $^1/_4$, $^2/_4$, $^3/_4$ och $^4/_4$ av ramens yta erhåller varje art den, som skattningsvis kommer den verkligt täckta arealen närmast. LAGERBERG anger alltid täckningsgraden uttryckt i procent och denna benämnes *arealprocent*.

Vid tillämpningen i föreliggande vegetationsundersökning av ovannämnda två analysmetoder har jag alltid utgått från *25 m²* stora provytor. Analyserna över arternas spridning och täckning hava utförts på rutor eller cirkelytor av $^1/_{10}$ m² storlek, vilka ordnats i ett symmetriskt förband med två rutor eller cirkelytor per kvadratmeter. Växtsamhällena hava analyserats främst med hänsyn till de olika arternas frekvensprocent. Vid frekvensbestämningarna har jag endast medräknat sådana arter, som ha rotfästade organ innanför ramen. Arealprocenten har endast fastställts för i bottenskiktet ingående arter. Orsakerna därtill äro flera. De viktigaste äro: 1) de stora tekniska svårigheter, som möta vid försök att korrekt bestämma olika fältskiktsväxters täckning; 2) täckningens beroende av växternas av årstiden betingade utveckling. — I ett flertal fall kunna dock frekvenstalen ge en ungefärlig föreställning om de i samhällena ingående växternas täckningsgrad. Frekvensprocenten är en funktion av individtätheten, dispersionen (SVEDBERG 1922) och rutstorleken; täckningsgraden bestämmes uppenbarligen av individtätheten och individens medelstorlek. Därför, om vi känna de olika arternas medelindividstorlek och dispersion samt de undersökta rutornas eller cirkel-

[1] Numera utlägger även RAUNKIÆR sina cirklar i ett bestämt förband längs uppgångna linjer med stegade avstånd mellan småytorna (RAUNKIÆR 1918).

ytornas storlek, så kunna vi till en viss grad av frekvensprocenterna bedöma täckningsgraden. Även utan kännedom om dispersionen kan i vissa fall en dylik skattning utföras. Om t. ex. en art har fått frekvensprocenten 100, och varje individ[1] av arten täcker en yta av ungefär $^3/_4$ av den använda rutans storlek, så bör artens täckningsgrad ligga mellan ungefär 75 % och 100 %. Med en sådan rutstorlek, som kommit till an-

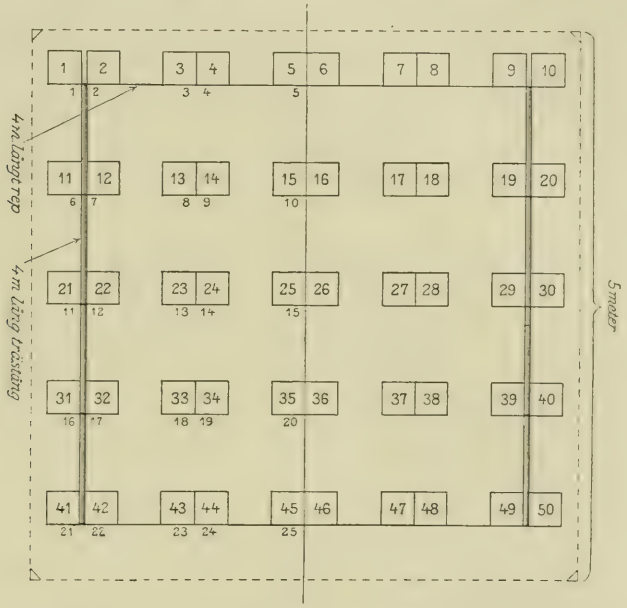


Fig. 3. Schema över det vid vegetationsanalyserna använda provyteförbandet. De stora siffrorna inom kvadraterna beteckna det rutsystem som använts när 50 ytor analyserats, de små siffrorna utanför kvadraterna det vid analys av endast 25 ytor använda rutsystemet.

Schema des bei den Vegetationsanalysen verwendeten Quadratverbandes.

vändning i denna undersökning, torde det därför för många, särskilt grövre växter, ej stöta på större svårigheter att bilda sig en uppfattning om deras roll inom växtsamhället. För taxering av busk- och trädbestånd lämpa sig självfallet de RAUNKIÆR—LAGERBERGska metoderna föga. I de fall, det visat sig önskvärt att känna dylika bestånds slutenhet och sammansättning hava speciella taxeringar utförts.

För att i fältet vid vegetationsundersökningarna bekvämt kunna åstadkomma det symmetriska rutförbandet praktiserades följande metod: Tvenne 4 meter långa stänger, vilka voro indelade i meterlånga stycken och vilkas ändar parvis voro förenade med två 4 meter långa, fasta rep, utlades parallelt och på

[1] D. v. s. varje rotfast skott, jfr föregående sida.

sådant avstånd från varandra att repen sedan de fullt sträckts bildade räta vinklar mot stängerna. Mellan motstående delstreck på stängerna utlades vid provytans analys en 4 meter lång, lätt flyttbar stång, som även ledes var indelad i jämna meterstycken. På ömse sidor om varje delstreck på denna stång placerades därefter den $^1/_{10}$ m² stora ramen. Se vidare fig. 3.

* * *

Associations- och associationskomplextyperna benämnas efter de mest karaktäristiska arterna inom respektive träd-, fält- och bottenskikt. Tabellmaterialet innehåller huvudresultaten av vegetationsundersökningen och bildar grundvalen i diskussionen över Degerö stormyrs vegetationsförhållanden. Vegetationsbeskrivningarna göras därför ganska summariska och avse endast att förtydliga och i vissa delar komplettera tabellernas uppgifter.

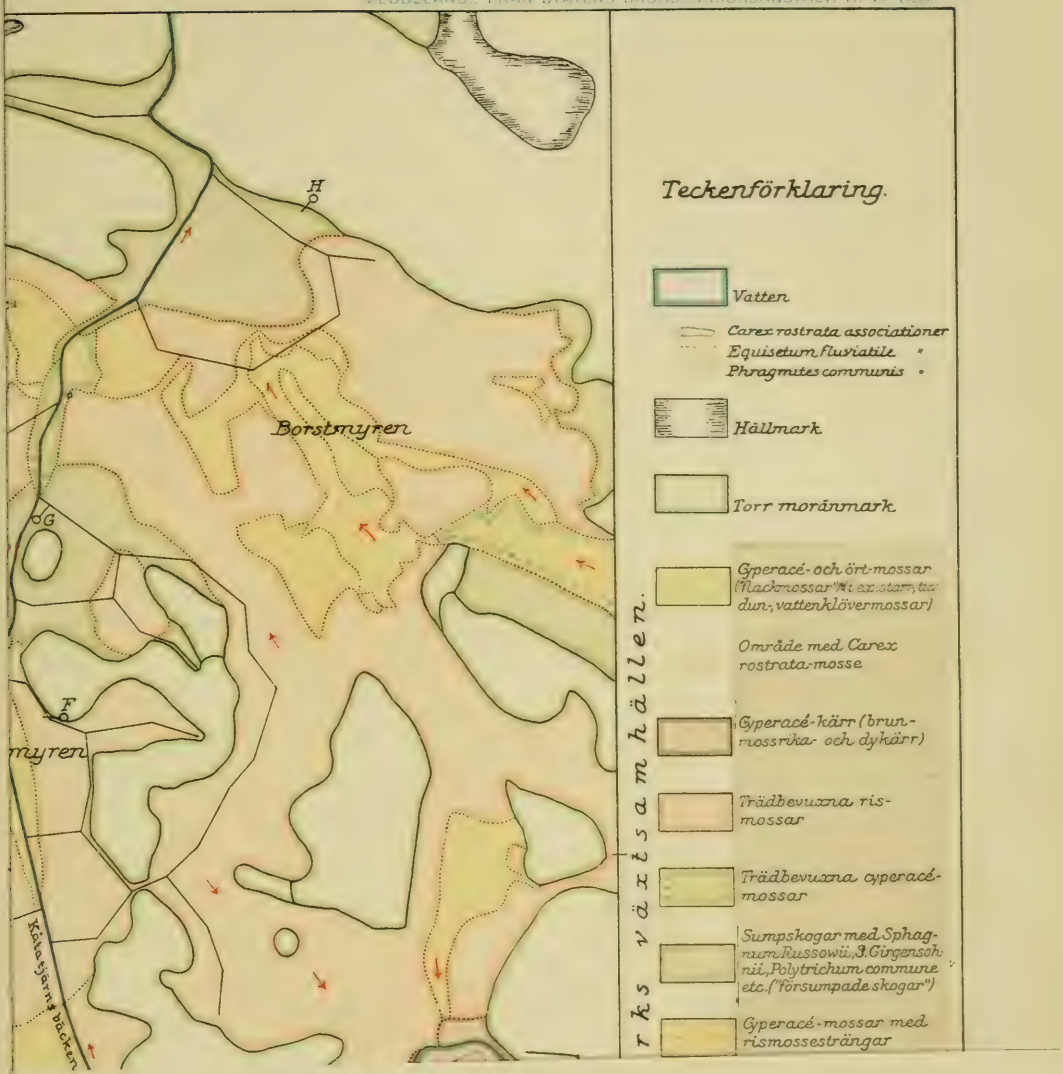
B. Myrmarkernas växtsamhällen.

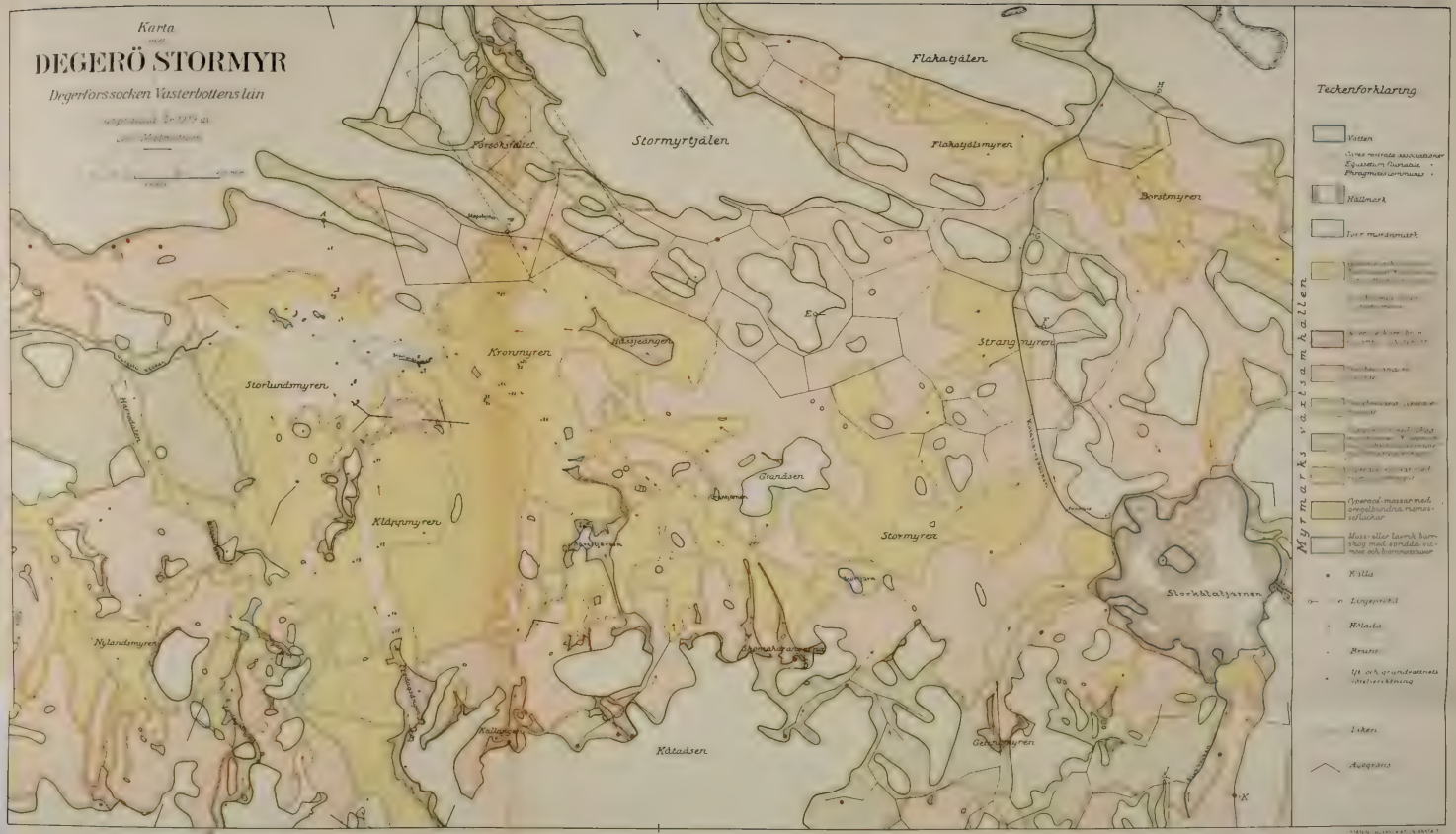
Vid beskrivningen av vegetationen å Degerö stormyrs myrmarker komma sociotyperna att grupperas efter nedanstående schema. Detta ansluter sig i stora drag till den systematiska översikt av Skandinaviens myrars växtformationer, som lämnats av G. EINAR DU RIETZ i arbetet »Zur Methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologi. — Upsala 1921» (s. 136).

A. Cyperacé- och örtsamhällen.
Träd- och buskskikt saknas. Fältskikt bildade av cyperaceer, örter, stundom även gräs.
a. med vitmossor *(Sphagna)* dominerande i bottenskiktet. *Cyperacé- och örtmossar.*
b. med brunmossor *(Amblystegia), Astrophylla, Paludella* etc. dominerande i bottenskiktet. *Mossrika cyperacé-* och *örtkärr.*
c. bottenskikt saknas m. l. m. fullständigt. *Dykärr, ängar på myrmark.*

B. Rissamhällen.
Träd- och buskskikt saknas. Fältskikt med *dominerande* ris.
a. med vitmossor *(Sphagna)* dominerande i bottenskiktet. *Rismossar.*
b. med brunmossor *(Amblystegia), Astrophylla* etc. dom. i bottenskiktet. *Riskärr.*
c. med lavar dominerande i bottenskiktet. *Lavhedar på myrmark.*
d. med xerofila mossor (ex. *Polytrichum strictum, Dicranum Bergeri)* dominerande i bottenskiktet. *Mosshedar på myrmark.*
e. bottenskikt saknas m. l. m. fullständigt. *Nakna hedar på myrmark.*

C. Busk- eller snårsamhällen.
Trädskikt saknas. Buskskikt finnes.


H
Borstmyren
G
F
myren
Kåta-tjärns bäcken
Teckenförklaring.
Vatten
Carex rostrata associationer
Equisetum fluviatile
Phragmites communis
Hällmark
Torr moränmark
Gyperacé- och ört-mossar ("flackmossar" t. ex. starr-, tuv-, vattenklövermossar)
Område med Carex rostrata-mosse
Gyperacé-kärr (brunmossrika- och dykärr)
Trädbevuxna rismossar
Trädbevuxna gyperacémossar
Sumpskogar med Sphagnum Russowii, S. Girgensohnii, Polytrichum commune etc. ("försumpade skogar")
Gyperacé-mossar med rismossesträngar
rks växtsamhällen.


Karta
DEGERÖ STORMYR
Degerforssocken Vasterbottenslän
Flakatjälen
Stormyrtjälen
Flakatjälsmyren
Borstmyren
Kronmyren
Hässjeängen
Strangmyren
Storlundsmyren
Grandsen
Kläppmyren
Stormyren
Slorkåtatjarnen
Nylandsmyren
Kåtadsen
Teckenforklaring
Myrmarks vaxtsamhallen
Vatten
Hällmark
Torr mordnmark
Källa
Höladа
Brunn
Läken
Ägograns

D. Trädsamhällen.

Trädskikt finnes.

a. med vitmossor *(Sphagna)* i bottenskiktet.

1. botten- och fältskikt av cyperacé- eller örtmossetyp; trädskikt glest. *Trädbevuxna cyperacé-* och *örtmossar.*
2. botten- och fältskikt av rismossetyp; trädskikt glest. *Trädbevuxna rismossar.*
3. bottenskikt av *Sphagnum Russowii* eller *S. Girgensohnii* jämte *Polytrichum commune*, *Hylocomia*, *Dicrana;* fältskikt av bärris, cyperacéer (t. ex. *Carex globularis)*, örter och stundom ormbunkar; trädskikt tämligen slutet. *Sumpskogar* (= »försumpade skogar»).

b. med brunmossor *(Amblystegia)*, *Astrophylla* etc. i bottenskiktet. *Mossrika kärrskogar.*

c. bottenskikt saknas m. l. m. fullständigt. *»Nakna» kärrskogar.* (t. ex. alkärrskogar).

Av dessa olika huvudtyper av myrmarksväxtsamhällen (formationer) förekomma endast cyperacé- och örtmossar, mossrika cyperacékärr, dykärr, trädbevuxna cyperacé- och rismossar samt sumpskogar inom undersökningsområdet.

Den växtfysiognomiska kartan över myrkomplexet anger formationernas topografiska fördelning[1]. Vi skola nu övergå till specialbeskrivningar över desamma.

Cyperacé- och örtmossar (»flackmossar»).

Syn.[2] *Skogsflyn* H. VON POST 1862, s. 28.
Flackmossar NORRLIN 1871—1874, s. 56.
Starrmossar NILSSON 1897, s. 12.
Vitmosse-(starr-)kärr NILSSON 1902, s. 137.
Vitmossrika *gräskärr* (t. ex. vitmoss-starrkärr, vitmoss-fräkenkärr) jämte vissa halvgräsbevuxna *mossar* (t. ex. tuvsäv- och tuvdun-vitmossar) TOLF 1903, s. 10—12.
Starrmossar ANDERSSON & HESSELMAN 1907, s. 67.
Starrmossar (delvis) ERIKSSON 1912, s. 126 och 157.
Infraaquatische Assoziationen inom gruppen *Typische Hochmoore* FRIES 1913, s. 141.
Grosseggen-Moore inom gruppen *Eigentliche Weissmoore; Sphagnum papillosum-Moore*, *Kolkmoore* inom gruppen *Rimpiartige (flarkartige) Weissmoore* CAJANDER 1913, s. 100—104, 108—116.
Starrmosse, *Cuspidatum-mosse*, *Papillosum-mosse* inom gruppen *vitmossar; Sphagnum-kärr* inom gruppen *mossrika kärr* MELIN 1917, s. 18—19.
Sphagnum-rika gräs-ört-kärr DU RIETZ 1921, s. 6.

Inom de associationer, vilka höra till cyperacémossarnas stora grupp, uppbyggas fältskikten oftast av *Carices* eller *Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamæmorus*, *Scheuchzeria palustris* och *Scirpus austriacus.* Örtmos-

[1] Vid kartläggningen av Degerö stormyr har detaljmätningen skett medels distanstub.

[2] Föreliggande synonymförteckningar göra ej anspråk på fullständighet. Endast de för närvarande oftast använda namnen ha medtagits.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 4. Vattenklövermosse — Nävertjärnen. — Å bilden synas vattenklöver (*Menyanthes trifoliata*) samt *Carex lasiocarpa*.
Menyanthes trifoliata-Moor. — Nävertjärnen.

sarnas viktigaste form är *Menyanthes trifoliata*. Ris saknas vanligen, om man undantar dvärgrisen *Andromeda polifolia* och *Oxycoccus quadripetalus*, vilka ofta äro tillfinnandes. Bottenskiktet bildas av en sammanhängande lös och lucker matta av ljusgröna, oliv- eller brungröna, *ej* (eller blott svagt) *tuvbildande* vitmossor. Karaktäristiska äro sphagnaceer av *Cuspidatum*-, *Palustre*- och *Compactum*-typ, såsom *Sphagnum apiculatum*, *S. balticum*, *S. compactum*, *S. Dusenii*, *S. Lindbergii*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*, *S. riparium* och *S. tenellum*. Genom att ej tuvbildande vitmossor uppbygga bottenskiktet bli cyperacé- och örtmossarna plana och flacka. Det är av denna anledning som de stundom (Norrlin 1871—74) benämnas flackmossar.

Cyperacémossar upptaga inom Degerö stormyr ett stort, till formen oregelbundet område, som sträcker sig från Kåtatjärnsbäcken i öster fram till Vargstubäcken i väster. Därjämte träffas en del spridda cyperacémosseflackar i närheten av Storkåtatjärnen och Flakatjälen.

Cyperacé- och örtmossarna hava huvudsakligen kommit till utbildning över myrens djupare delar. Ehuru de ej uppta mer än cirka en fjärdedel av myrkomplexets areal, spela de likväl en mycket stor roll i dess fysiognomi.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 5. Grantjärnen. Bilden tagen från sjöns sydvästra sida. Det höga halvgräset i förgrunden är *Carex rostrata*.
Grantjärnen, von der SW-Seite aus aufgenommen. Im Vordergrund *Carex rostrata*.

Degerö stormyrs cyperacé- och örtmossar tillhöra följande sociotyper:

1. *Menyanthes-Sphagna Cuspidata*-mossen (vattenklövermossen).
2. *Carex limosa-Sphagna Cuspidata*-mossen (*Carex limosa*-mossen).
3. *Scheuchzeria-Sphagna Cuspidata*-mossen (kallgräsmossen).
4. *Carex rostrata-Sphagnum papillosum-Sphagna Cuspidata*-mossen (*Carex rostrata*-mossen).
5. *Scirpus austriacus-Sphagnum balticum*-mossen (tuvsävmossen).
6. *Eriophorum vaginatum-Sphagnum balticum*-mossen (tuvdunmossen).
7. *Carex rostrata-Sphagnum fimbriatum*-mossen.
8. *Carex Leersii-Sphagnum subsecundum*-mossen.
9. *Sphagnum Warnstorfii*-associationer.

Av dessa typer äro de sex förstnämnda de viktigaste. De uppträda vanligen inom undersökningsområdet i tydlig zonering, vilken tyckes vara betingad av desammas större och mindre fuktighetskrav.

Vattenklöver-, ***Carex limosa***- och kallgräsmossarna (Tab. 3: 1—5) representera de mest fuktighetsälskande typerna. Ofta uppträda de kring

Tabell 3. **Cyperacé- och örtmossar.**

Sociotyp (Soziotypus)	*Menyanthes*-mosse	*Carex limosa*-mosse		*Scheuchzeria*-mosse		*Carex*	
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7
Ris (Zwergsträucher):							
Andromeda polifolia	—	—	—	30	100	(+)	62
Betula nana	—	—	—	—	—	—	—
Empetrum nigrum	—	—	—	—	—	—	—
Oxycoccus	—	—	—	70	100	4	66
Vaccinium uliginosum	—	—	—	—	—	—	—
Halvgräs och **örter** (Cyperaceen, Kräuter):							
Carex canescens	—	—	—	—	—	—	—
Leersii	—	—	—	—	—	—	—
limosa	—	100	100	60	80	—	14
magellanica	20	—	—	—	—	28	—
pauciflora	—	—	—	—	—	—	18
rostrata	—	—	—	—	—	84	98
Drosera longifolia	—	—	—	—	28	—	10
rotundifolia	—	—	—	—	—	—	48
Eriophorum polystachyum	—	—	—	—	—	—	—
vaginatum	—	—	(+)	2	—	—	—
Menyanthes trifoliata	100	—	—	—	—	—	—
Rubus chamaemorus	—	—	—	—	—	—	—
Scheuchzeria palustris	—	—	(+)	100	100	96	52
Scirpus austriacus	—	—	—	—	—	—	14
Levermossor (Lebermoose):							
Blepharozia ciliaris	—	—	—	—	—	—	—
Cephalozia fluitans	—	+	+	—	+	+	+
leucantha	—	—	—	—	—	—	—
Jungermania inflata	—	—	—	—	—	—	2
Martinellia irrigua	—	—	—	—	—	—	—
paludicola	—	—	—	—	—	—	—
Mylia anomala	—	—	—	—	—	—	—
Bladmossor (Laubmoose):							
Amblystegium exannulatum	100	100	+	90	+	88	78
fluitans							
sarmentosum	—	—	—	—	—	—	—
stramineum	100	—	—	20	+	44	76
Pohlia nutans	—	—	—	—	—	—	—
Polytrichum gracile	—	—	—	—	—	—	—
Sphærocephalus palustris	—	—	—	—	—	—	—
Sphagnum angustifolium	—	—	—	—	—	—	—
apiculatum	—	—	—	—	—	100; *19*	—
balticum	—	—	—	100; *22*	(+)	—	6; *1*
compactum	—	—	—	—	—	—	—
Dusenii	100; *80*	100; *50*	100	100; *30*	100	100; *64*	100; *55*

(Cyperacee- und Kräuter-Moore.)

rostrata-mosse				*Scirpus austriacus*-mosse						*Eriophorum vaginatum*-mosse			
				tuvig	j ä m n								
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
100	56	90	96	84	100	100	100	100	100	100	100	100	96
—	—	50	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
100	56	98	100	84	100	98	100	100	100	100	100	100	92
—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	4	44	16	8
4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	32	22	—	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4	80	4	8	(+)	36	8	92	100	8	96	44	56
100	84	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	52	14	—	—	16	—	4	—	—	—	—	—	—
96	76	52	16	48	60	86	8	12	72	12	8	4	8
—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	8	8	12	40	14	4	(+)	16	100	100	100	100
64	—	94	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	—	—	—	38	8	—	—	—	100	—	92
68	72	—	—	68	92	94	48	—	—	16	—	92	—
100	36	4	4	100	100	100	100	100	100	—	28	—	40
—	—	—	—	—	—	—	—	—	8; *4*	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
100; *50*	96; *28*	+	—	56; *8*	100	76	92; *2*	84; *7*	80; *4*	4	12	88; *10*	76; *4*
—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	8	4
48	72	16	92	76	76	86	20	44	96	—	—	4	8
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	94	48	—	—	10	4	84	4	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	64	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	100; *47*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	96; *19*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4; *1*	—	—	24	40; *11*	44; *12*	100; *49*	100; *62*	100; *50*	96; *78*	100; *100*	100; *100*	100; *90*	100; *78*
16; *2*	48; *9*	—	—	36; *37*	40; *10*	—	—	36; *7*	24; *5*	—	—	—	4
96; *17*	92; *18*	(+)	4	52; *26*	96; *46*	2; *1*	8	12	—	—	—	—	—

Tabell 3 (forts.)

Sociotyp (Soziotypus)	*Menyanthes*-mosse	*Carex limosa*-mosse		*Scheuchzeria*-mosse		*Carex*	
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7
Sphagnum Lindbergii	100; *20*	100; *50*	100	100; *38*	100	88	98; *35*
magellanicum	—	—	—	—	100	—	—
papillosum	—	—	—	90; *10*	(+)	—	64; *9*
riparium	—	—	—	—	—	72; *17*	—
tenellum	—	—	—	10	(+)	—	—
Lavar (Flechten):							
Cetraria hiascens	—	—	—	—	—	—	—
islandica	—	—	—	—	—	—	—
Cladonia squamosa v. multibrachiata	—	—	—	—	—	—	—

Beteckningar:

Upprättstående siffror (oo) ange frekvensprocent.
Snedliggande (kursiva) siffror (*oo*) ange arealprocent.
\+ utmärker förekomst inom undersökta småytor. Detta beteckningssätt har kommit till användning i sådana fall, då av praktiska skäl bestämningar av areal- och frekvensprocenter icke låtit sig göras.
(+) utmärker förekomst inom en 25 m² stor provyta, men utanför någon av de inom densamma förekommande undersökta småytorna.

1. Kronmyren; mindre tjärn 140 m NO om Nävertjärnen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
2. Kronmyren; tjärn 100 m SO om Storlundsbäcken. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
3. Kronmyren; nära brunnen 26. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
4. Kronmyren; mellan brunnarna 1 och 27. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
5. Kronmyren; tjärn 100 m SO om Storlundsbäcken. $^2/_{10}$ 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
6. Kronmyren; mellan stickorna 290—310 på profillinjen C—D. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
7. Storlundsmyren; nära tjärnen i Storlundsmyrens södra del. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
8. Mindre fläck på Nävertjärnens östra strand. (På den växtfysiognomiska kartan är denna fläck ej särskilt angiven.) 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
9. Kronmyren; nära brunnen I. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar ay småytorna.)
10. Fredagsängen; fläck insprängd i dykärrsamhällen, belägen 40 m norr om höladan. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
11. Fredagsängen; fläck i västra delen av Fredagsängen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdelar av småytorna.)

rostrata-mosse				*Scirpus austriacus*-mosse						*Eriophorum vaginatum*-mosse			
				tuvig	j ä m n								
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
84; *17*	88; *34*	64; *16*	92; *54*	24; *6*	92; *94*	52; *12*	60; *8*	100; *21*	28; *8*	—	—	—	60; *17*
—	—	14; *2*	—	—	—	—	—	—	—	52	+	—	12
96; *10*	92; *11*	100; *35*	68; *27*	48; *12*	—	98; *38*	72; *27*	80; *15*	—	—	84	20	60; *1*
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40; *3*	—	—	—	—	64; *8*	—	16; *1*	12	8; *1*	—	—	—	4
—	—	—	—	12	—	—	8	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8

Bezeichnungen: Ziffern in gewöhnlichem Druck (oo) bedeuten Frequenzprozente.
Kursive (*oo*) Ziffern bedeuten Arealprozente.
+ bedeutet Vorkommen innerhalb der untersuchten Kleinflächen, ohne Angabe von Frequenz.
(+) bedeutet Vorkommen innerhalb der ausgewählten 25 m² grossen Probefläche, ausserhalb der Kleinflächen.

12. Kläppmyren; nära brunnen 13. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
13. Tuvsävmosse sydost om Nävertjärnen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
14. Tuvsävmosse väster om Fredagsängen. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
15. Kronmyren; nära brunnen 20. 1922. (25 cirkelytor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i tiondedelar av småytorna.)
16. Stormyren; c:a 100 m väster om Kåtatjärnsbäcken. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
17. Tuvsävmosse mellan Nävertjärnen och V. Skomakareängen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
18. Kronmyren; strax öster om Hässjeängen. 1922. (25 cirkelytor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i tiondedelar av småytorna.)
19. Stormyren; 100 m väster om Kåtatjärnsbäcken. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.)
20. Strängmyren; mellan stickorna 306—310 på profillinjen E—F. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna.
21. Kronmyren; 150 m väster om Hässjeängen. 1922. (25 cirkelytor om $^1/_{10}$ m². Täckning skattad i tiondedelar av småytorna.)

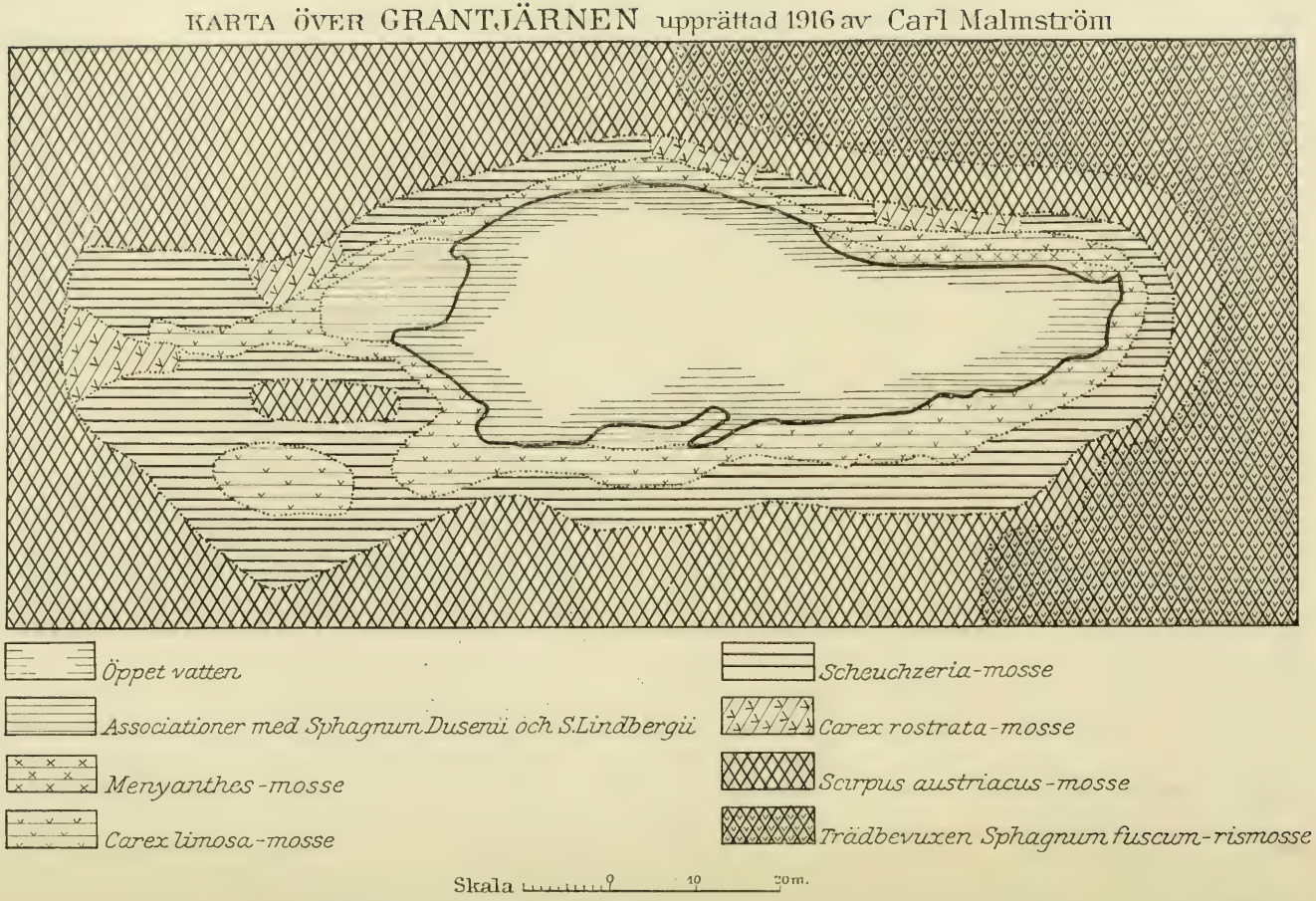


Fig. 6. Karta över Grantjärnen. Sjöns längdutsträckning går i NO—SV riktning.
Karte über Grantjärnen (grösste Ausdehnung des Sees in NO—SW).

igenväxande tjärnar (i 1—10 meter breda bälten) och bilda de första gungflyna. *Menyanthes*-mossen upptar då den yttersta mot tjärnens fria vattenyta vettande zonen. Därinnanför komma *Carex limosa*- och *Scheuchzeria*-mossarna i nu nämnd ordning. Denna zonering är särdeles tydlig kring Näver-, Nyängs- och Stortjärnarna samt kring gölarna på Storlundsmyren. (Se figg. 4—6.) Frånsett kring tjärnar förekomma *Carex limosa*- och kallgräsmossar vidare inom sanka partier av Kron-, Storlunds-, Sträng- och Flakatjälsmyrarna.

De nämnda mossarna äro mycket artfattiga. Endast en eller två arter uppbygga associationernas fältskikt och i bottenskiktet förekomma konstant blott fyra arter, nämligen *Sphagnum Dusenii*, *S. Lindbergii*, *Amblystegium fluitans* och *Cephalozia fluitans*.

Vattenklövern blir inom *Menyanthes*-mossen alltid hög och frodig samt rikligt fruktificerande. Stundom träffas inom *Menyanthes*-mossen enstaka ruggar av *Carex lasiocarpa*. Detta är exempelvis fallet vid Näver- och Nyängstjärnarna. Den på detta sätt uppträdande *Carex lasiocarpa* blir ävenledes mycket frodig och alltid fertil.

Carex rostrata-mossen (Tab. 3: 6—11). I motsats till föregående tre mossetyper, vilka alla ha en tämligen liten utbredning, spelar *Carex rostrata*-mossen en stor roll inom Degerö stormyrs vegetation. Den är ävenledes i uppträdandet bunden till partier med stor markfuktighet. Ofta gränsar *Carex rostrata*-mossen direkt intill kallgräsmossar. (Rörande denna mossetyps utbredning inom Degerö stormyr se vegetationskartan.)

Bottenskiktet hos associationer av denna sociotyp uppbygges av ymniga *Sphagnum Dusenii*, *S. Lindbergii* och *S. papillosum*. Som viktiga följeslagare antecknas dessutom ofta *Sphagnum apiculatum*, *S. balticum*, *S. compactum*, *S. riparium* och *S. tenellum*. Vidare märkas *Amblystegium exannulatum*, *A. fluitans* och *A. stramineum* samt vissa levermossor (främst *Cephalozia fluitans*). I fältskikten dominerar fysiognomiskt *Carex rostrata*. Den uppträder dock aldrig ensamt, utan åtföljes nästan alltid av följande halvgräs och örter: *Carex limosa*, *C. pauciflora* och *Drosera rotundifolia* samt dvärgrisen *Andromeda* och *Oxycoccus*. Vidare ingå ofta: *Drosera longifolia*, *Scheuchzeria palustris*, *Scirpus austriacus* samt förkrympt och steril *Menyanthes trifoliata*. *Carex rostrata* uppträder i individ av 20—50 cm:s höjd, vilka vanligen äro sterila.

Carex rostrata-mossarna nyttjas ofta för slåtter, särskilt då de uppta större sammanhängande ytor. Denna slåtter bär förmodligen någon skuld till starrens låga växt och dåliga fruktsättning.

Tuvsävmossen (Tab. 3: 12—17). Associationer av denna typ ha ävenledes en ganska stor utbredning inom Degerö stormyr.

På grund av smärre olikheter i bottenskiktets utbildning kan tuvsävmossen lämpligen uppdelas i tvenne undertyper, nämligen:

1. *Scirpus austriacus-Sphagnum compactum-S. balticum*-mossen (»tuvig» tuvsävmosse).
2. *Scirpus austriacus-Sphagnum balticum*-mossen (»jämn» tuvsävmosse).

Ofta övergå associationer av dessa undertyper utan bestämda gränser i varandra. Den första typen, det *Sphagnum compactum*-rika tuvsävsamhället, förekommer vackert utbildad inom Kronmyrens norra och Kläppmyrens västra delar. Växtsamhället är starkt tuvat. *Scirpus austriacus* är tuvbildaren. Den bildar ganska

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918

Fig. 7. »Tuvig» tuvsävmosse. — Kronmyren nära Hässjeängen.
Scirpus austriacus-Moor. Kronmyren, nahe bei Hässjeängen.

höga och fasta tuvor, som ha en storlek av 2—4 dm². På tuvornas sidor växa *Sphagnum papillosum* och *S. balticum*. Bundna till tuvorna förekomma vidare vissa lavar, halvgräs och örter, såsom *Cetraria hiascens*, *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum vaginatum* samt stundom även enstaka ris (såsom *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*) i låga exemplar. I sänkorna mellan *Scirpus*-tuvorna förhärska *Sphagnum compactum*, *S. Dusenii*, *S. Lindbergii*, *Amblystegium exannulatum*. Vidare träffas ofta levermossor, såsom *Cephalozia fluitans* och *Jungermania inflata*. Bland högre växter ingå *Andromeda*, *Oxycoccus*, *Carex limosa* och *Scheuchzeria*.

Den andra undertypen av tuvsävmossen karaktäriseras av ett endast svagt tuvat växttäcke. *Scirpus austriacus* bildar sålunda endast låga tuvor. Bottenskiktet är sammansatt av *Sphagnum balticum*, *S. Lindbergii*, *Amblystegium exannulatum*, *Cephalozia fluitans* och *Jungermania inflata*. Ofta ingå vidare *Sphagnum Dusenii*, *S. papillosum* och *S. tenellum*. Fältskikten uppbyggas främst av *Scirpus austriacus*. Dessutom förekomma konstant *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum vaginatum* samt *Andromeda polifolia* och *Oxycoccus quadripetalus*.

Den jämna tuvsävmossen upptar stora delar av mittpartierna av Kron-, Kläpp-, Stor- och Borstmyrarna. Dessutom spelar den en ej obetydlig roll som element i vissa associationskomplex.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 8. »Jämn» tuvsävmosse. — Kronmyren, försöksfältet.
Scirpus austriacus-Moor. Kronmyren, innerhalb des Versuchsfeldes.

Tuvdunmossen (Tab. 3: 18—21). Tuvdunmossen är den vanligaste typen av Degerö stormyrs cyperacémossar. Den förekommer främst i bälten mellan övriga cyperacémosseassociationer och de närmare fastmarkerna belägna rismossesamhällena. Tuvdunmossen ingår vidare i vissa mycket allmänna associationskomplex.

Bottenskiktet uppbygges av ymnig *Sphagnum balticum*. I denna *balticum*-matta finnas ofta enstaka individ av *Sphagnum magellanicum*, *S. papillosum* och *Amblystegium exannulatum* insprängda. Ej heller saknas levermossan *Cephalozia fluitans*.

I fältskikten uppträder *Eriophorum vaginatum* i hög frekvens och bildande låga tuvor. Utom denna växt träffas *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*, *Rubus chamæmorus* samt flera ris såsom rosling, tranbär och odon. Risen ha en ganska stor frekvens. Deras fysiognomiska verkan är dock ringa på grund av deras obetydliga höjd. Så t. ex. äro roslingen och odonriset sällan högre än 4 cm. Hjortronet uppträder ävenledes blott i förkrympta former, vilka dessutom alltid äro sterila. Sällan träffas bladskivor av *Rubus chamæmorus*, som ha större bredd än 2—3 cm.

I och med tuvdunmossen hava de »typiska» cyperacé- och örtmossarna, sådana de äro utbildade på Degerö stormyr, blivit behandlade. Vi övergå då till att redogöra för trenne sociotyper, vilka till följd av den roll brunmossorna och *Astrophylla* spela i desamma stå på gränsen till det slag av växtsamhällen, som hänföres till de mossrika kärren. Inga av dessa typer ha någon större utbredning inom undersökningsområdet.

Carex rostrata-*Sphagnum fimbriatum*-mossen. Fältskikten uppbyggas av *Carex rostrata*, *C. canescens*, *C. magellanica*, *Juncus filiformis* och *Naumburgia thyrsiflora*. Av dessa växter spela *Carex canescens* och *C. rostrata* den största fysiognomiska rollen, ehuru *Juncus filiformis* träffas i största individantalet. *Carex rostrata* blir 40 cm. hög; *Naumburgia*'s höjd växlar mellan 5—10 cm. Bägge äro oftast sterila. *Carex canescens* och *Juncus filiformis* förete däremot en frodig växt. De uppträda i 30 cm höga, rikligt fruktificerande individ. Bottenskiktet utgöres av en svällande, lös och lucker *Sphagnum fimbriatum*-matta, i vilken *Amblystegium stramineum* är talrikt insprängd. Vidare träffas *Sphagnum riparium* och *Astrophyllum cinclidioides* jämnt fördelade i enstaka exemplar.

Associationer av denna typ finnas egentligen endast på Storkåtatjärnens östra strand nära Holmyrbäckens utflöde.

Carex Leersii-*Sphagnum subsecundum*-mossen. I fältskikten ingå *Carex Leersii*, *C. magellanica*, *C. rostrata* samt *Menyanthes trifoliata*. *Carex rostrata* är endast 30 cm. hög och steril. Vattenklövern uppträder likaledes endast i sterila och förkrympta individ. Bottenskiktet uppbygges av *Sphagnum subsecundum*, *S. riparium* och *Amblystegia*.

Denna sociotyp är talrikast representerad på Lördagsängen. Associationerna gränsa där intill dykärrsamhällen av *Carex limosa*-*C. rostrata*-typ.

***Sphagnum Warnstorfii*-associationer.** Dessa växtsamhällen, vilka med största tvekan hänföras till cyperacé- och örtmossarna, äro helt och hållet bundna till platser, där kallkällor springa fram, och uppta därför endast mycket små ytor.

Sphagnum Warnstorfii-associationerna karaktäriseras av ett mosstäcke av huvudsakligen *Sphagnum Warnstorfii*. I detta förekommer ett stort antal blad- och levermossor instuckna, såsom *Amblystegium fluitans*, *A. stramineum*, *Cinclidium subrotundum*, *Hypnum trichoides*, *Paludella squarrosa*, *Sphærocephalus palustris* och *Harpanthus Flotowianus*, *Jungermania inflata*, *J. quinquedentata* samt ett flertal *Cephalozia*-arter (t. ex. *C. media* och *C. pleniceps*). I fältskikten ingå halvgräs och örter samt stundom ris. De vanligaste äro: *Carex canescens*, *Comarum palustre*, *Epilobium Hornemanni* och *E. palustre*.

Mossrika cyperacékärr.

Syn. Starrkärr (delvis) NILSSON 1897, s. 12.
Brunmosse-(starr-)kärr NILSSON 1902, s. 137.
Brunmossrika *gräskärr* (t. ex. brunmoss-starrkärr) TOLF 1903, s. 10.
Carex-Amblystegium-kärr ERIKSSON 1912, s. 126.
Niedermoorwiesen (delvis) FRIES 1913, s. 128.
Amblystegium-Moore, *Paludella-Moore*, *Hypnum trichoides-Moore* inom gruppen *Eigentliche Braunmoore*; *Rimpi-Braunmoore* (delvis) CAJANDER 1913, s. 131—142.
Amblystegium-kärr, *Paludella-kärr* inom gruppen *mossrika kärr* MELIN 1917, s. 18.
Mossrika gräs-ört-kärr DU RIETZ 1921, s. 6.

I de mossrika cyperacékärren bildas bottenskiktet av *Amblystegia*, *Astrophylla*, *Paludella* och liknande mossor. Fältskikten uppbyggas främst av *Carices*, varjämte ofta träffas ett flertal örter såsom *Comarum palustre*, *Epilobium palustre* och *Menyanthes trifoliata*. Risen äro vanligen enbart representerade av *Andromeda polifolia* och *Oxycoccus quadripetalus*.

De mossrika cyperacékärren ha en mycket liten utbredning inom Degerö stormyr. Talrikast uppträda de som laggsamhällen på myrens södra sida. Mossrika kärrsamhällen förekomma dessutom fläckvis insprängda inom områden, som för övrigt upptagas av dykärr.

Degerö stormyrs mossrika kärr tillhöra uteslutande tvenne sociotyper, nämligen:

1. *Carex rostrata-Amblystegium stramineum*-kärret.
2. *Carex rostrata-Amblystegium exannulatum*-kärret.

Dessa båda sociotyper (Tab. 4: 1—4) stå varandra såväl floristiskt som fysiognomiskt nära. Fältskikten uppbyggas hos båda av främst *Carex rostrata*, *C. canescens* och *C. magellanica*. Typerna åtskiljas endast genom olikheter i bottenskiktets sammansättning. Sällan uppbygges dock bottenskiktet hos Degerö stormyrs mossrika cyperacékärr enbart av brunmossor, utan dessutom ingå vanligen enstaka till spridda vit- och levermossor. Vitmossorna, bland vilka särskilt kunna nämnas *Sphagnum riparium* och *S. squarrosum*, uppträda företrädesvis i fläckar av växlande storlek.

Tabell 4. **Mossrika cyperacékärr.** (*Amblystegium*-Moore.)

Sociotyp (Soziotypus)	*Carex rostrata Amblystegium stramineum*-kärr	*Carex rostrata-Amblystegium-exannulatum*-kärr		
Lokal n:r	1	2	3	4
Ris (Zwergsträucher):				
Andromeda polifolia	10	4	—	56
Oxycoccus	100	56	46	32
Gräs, halvgräs och örter (Gräser, Cyperaceen und Kräuter):				
Agrostis tenuis	—	—	+	—
Carex canescens	74	4	30	24
chordorrhiza	—	—	92	76
limosa	—	100	—	84
magellanica	92	12	62	76
pauciflora	—	—	+	—
rostrata	96	100	100	96
Comarum palustre	—	—	44	—
Epilobium palustre	—	—	2	—
Eriophorum polystachyum	12	+	—	—
Menyanthes trifoliata	—	20	44	12
Scirpus austriacus	—	—	—	4
Levermossor (Lebermoose):				
Jungermania inflata	+	36	+	96; *7*
Kunzeana	—	—	—	+
Martinellia irrigua	+	—	—	+
paludicola	—	—	+	+
Riccardia pinguis	—	12	—	—
Bladmossor (Laubmoose):				
Amblystegium exannulatum / *fluitans*	58; *19*	100; *50*	98; *44*	96; *53*
sarmentosum	—	—	+	—
stramineum	96; *38*	—	38; *6*	4
Astrophyllum cinclidioides	—	—	22	—
Pohlia nutans	—	—	—	+
Polytrichum gracile	—	—	16	40
Sphagnum angustifolium	38; *7*	—	—	—
apiculatum	—	—	—	16
balticum	—	—	—	12
Dusenii	+	—	—	—
Lindbergii	50; *13*	—	2	—
riparium	54; *10*	—	80; *18*	4
Russowii	34; *13*	—	—	—
squarrosum	—	—	90; *13*	—
subsecundum	—	52; *16*	—	4
teres	—	—	66; *19*	—
Ångstroemii	—	—	—	+
Splachnum luteum	—	—	—	4
Fläckar utan bottenskikt	—	*34*	—	*40*

1. Laggsamhälle intill Kåtaåsen, 120 m väster om V. Skomakareängen. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
2. Lördagsängen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
3. Fredagsängen, södra delen. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelen av småytorna.)
4. Kronmyren; Hässjeängen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)

Tabell 5. **Dykärr.** (Dy-Sümpfe.)

Sociotyp (Soziotypus)	*Carex limosa*-dykärr	*Carex limosa-C. rostrata*-dykärr		*Eriophorum polystachyum*-dykärr
Lokal nr	1	2	3	4
Ris (Zwergsträucher):				
Andromeda polifolia	—	38	—	4
Oxycoccus	—	42	—	4
Halvgräs och örter (Cyperaceen, Kräuter):				
Carex canescens	—	—	—	4
limosa	100	100	100	—
livida	—	2	—	—
magellanica	—	—	—	72
rostrata	—	94	100	4
Drosera longifolia	60	60	—	—
rotundifolia	—	8	—	—
Eriophorum polystachyum	—	—	—	100
vaginatum	—	—	+	—
Juncus filiformis	—	—	—	4
Malaxis paludosa	—	26	—	—
Menyanthes trifoliata	—	30	—	—
Scheuchzeria palustris	20	—	—	—
Scirpus austriacus	—	22	—	4
Levermossor (Lebermoose):				
Cephalozia connivens	—	—	—	+
Cephaloziella striatula	—	—	—	+
Jungermania inflata	100	+	—	+
Martinellia irrigua	—	—	—	+
paludicola	—	—	—	+
Riccardia pinguis	—	18	—	—
Bladmossor (Laubmoose):				
Amblystegium exannulatum / *fluitans*	—	10	—	(+)
stramineum	—	4	—	—
Pohlia bulbifera	—	—	—	+
Polytrichum gracile	—	—	—	8
Sphagnum amblyphyllum	—	2	—	—
apiculatum	—	4	—	—
compactum	—	26	—	—
papillosum	—	42	—	(+)

1. Kläppmyren; mindre fläckar nära brunnen 14. 1921. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2.)
2. Fredagsängen. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m^2.)
3. Kläppmyrens nordvästra strand; intill den största av de myrholmar, som åtskilja Kläpp- och Storlundsmyrarna. 1921. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2.)
4. Kronmyrens nordöstra sida; smalt bälte mellan cyperacémosse- och rismosseformationer. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2.)

Av de båda nu nämnda kärrtyperna är inom undersökningsområdet det *exannulatum*-rika kärret vanligast. Det upptar vissa delar av Hässje-, Fredags- och Lördagsängarna. *Carex rostrata-Amblysteginm stramineum*-kärret är huvudsakligen representerat inom ett mindre område beläget 100 m NV om V. Skomakareängen.

Dykärr.

Syn. *Starrkärr* (delvis) NILSSON 1897, s. 12.
Starrkärr utan bottenskikt NILSSON 1902, s. 137.
Rena gräskärr (t. ex. starrkärr, agkärr) TOLF 1903, s. 10.
Starrmyrar ANDERSSON & HESSELMAN 1907, s. 67.
Niedermoorwiesen (delvis) FRIES 1913), s. 128.
Rimpi-(Flark-)Moore (delvis, t. ex. Seggen-Rimpi-Moore) inom gruppen *Rimpiartige (flarkartige) Weissmoore*; *Rimpi-Braunmoore* (delvis) CAJANDER 1913, s. 117—123 o. 136.
Dykärr inom gruppen *rena kärr* MELIN 1917, s. 17.
Nakna gräs-ört-kärr DU RIETZ 1921, s. 6.

Dykärrsamhällen träffas ävenledes blott i tämligen ringa omfattning på Degerö stormyr. Talrikast uppträda de kring Storkåtatjärnen och på myrens sydvästra sida, omedelbart nedanför Kåtaåsen. Man finner dem på sistnämnda ställe dels som laggsamhällen och dels i samband med framspringande källor. Ståndorterna utmärkas alltid av stor vattentillgång. Markytan täckes hela eller större delen av året av vatten.

Dykärrens associationer äro vanligen tämligen artfattiga och glesa. Bland högre växter äro cyperaceer talrikast representerade. Av örter förekomma främst *Drosera longifolia* och *Menyanthes trifoliata*. Ris saknas vanligen fullständigt. Ehuru bottenskikt i vanlig bemärkelse normalt ej utbildas, ingå dock enstaka brun- och vitmossor stundom i dykärrens vegetation. Vitmossorna äro alltid tynande och måste betraktas som tillfälliga element, vilka kommit dit från angränsande vitmossträngar och tuvor. Vidare träffas ofta levermossor, såsom *Cephalozia connivens*, *Jungermania inflata*, *Martinellia paludicola* och *Riccardia pinguis*. I den dyiga massa av destruerade växtrester, som bekläder bottnen, förekomma talrikt diatomaceer och cyanophyceer.

Degerö stormyrs dykärrassociationer kunna lämpligen grupperas i tre sociotyper:

1. *Carex limosa*-dykärret.
2. *Carex limosa-C. rostrata*-dykärret,
3. *Eriophorum polystachyum*-dykärret.

Carex limosa-dykärret (Tab. 5: 1). Denna växtsamhällstyp är anmärkningsvärt artfattig. Utom *Carex limosa* ingå i växttäcket endast *Drosera longifolia*, *Scheuchzeria palustris* och *Jungermania inflata*.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 9. *Carex limosa-C. rostrata*-dykärr. — Kläppmyrens nordvästra strand; intill den största av de myrholmar, som åtskilja Kläpp- och Storlundsmyrarna.

Carex limosa-C. rostrata-Dy-Sumpf. — NW-Ufer von Kläppmyren, bei der grössten Moorinsel zwischen Kläppmyren und Storlundsmyren.

Hithörande associationer träffas ganska allmänt på Kläppmyrens norra strand jämsides med samhällen av nedanstående typ.

Carex limosa-C. rostrata-dykärret (Tab. V:2—3) är den talrikast representerade dykärrtypen inom Degerö stormyr. Getingmyren, Skomakareängarna, Källängen samt Fredags- och Lördagsängarna beklädas till största delen av *Carex limosa-C. rostrata*-dykärr. Vanligen träffas dock dykärrsamhällena å dessa platser i mosaikartad blandning med cyperacé-mossefläckar.

Carex limosa-C. rostrata-dykärret karaktäriseras av dominerande *Carex rostrata* och *C. limosa*. Utom dessa träffas i associationernas fältskikt vanligen, men i låg frekvens, *Drosera longifolia, Menyanthes trifoliata* och *Scirpus austriacus*. Inom *Carex limosa-C. rostrata*-dykärr på Fredagsängen ingår vidare *Malaxis paludosa*. — *Carex rostrata* blir inom *Carex limosa-C. rostrata*-dykärren sällan hög (40 cm.). Den är ock alltid steril. Även *Menyanthes* uppträder blott i förkrympta former. Dess blad bli sällan över 5 cm. breda. Ofta äro de sidoställda småbladen aborterade, varigenom bladen alltså endast komma att bestå av toppblad.

Carex limosa-C. rostrata-dykärren nyttjas i stor utsträckning för slåtter. Denna slåtter har förvisso starkt bidragit till att *Carex rostrata* i närvarande stund ger intryck av att befinna sig på tillbakagång.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 10. *Carex limosa-C. rostrata*-dykärr. — Fredagsängen. — (I bakgrunden ändmorän, vilken tungformigt skjuter ut från Kåtaåsen. Observera stenblocken!)

Carex limosa-C. rostrata-Dy-Sumpf. — Fredagsängen. — (Im Hintergrund ein Moränenwall, der zungenförmig von Kåtaåsen ins Moor hinausragt. Man bemerke die Steinblöcke!)

***Eriophorum polystachyum*-dykärret** (Tab. 5:4) förekommer inom Degerö stormyr huvudsakligen på Kronmyren, där det upptar ett smalt bälte på nordöstra sidan mellan cyperacé- och rismossar.

En analys av detta växtsamhälle visar, att fältskikten bestå av riklig till ymnig *Eriophorum polystachyum* med insprängda *Carex magellanica, C. rostrata* och *C. canescens*. I markbrynet träffas levermossor, såsom *Cephalozia connivens, Jungermania inflata* och *Martinellia irrigua*.

Vegetationen å flarkar. I samband med redogörelsen för dykärren torde det vara lämpligt att med några ord vidröra vegetationsförhållandena inom Degerö stormyrs flarkar. Härmed förstås i myrar förekommande öppna, vegetationsfattiga eller vegetationslösa under större delen av sommaren, vattenfyllda partier, som omväxla med den mer slutna myrvegetationen. (Definition i huvudsak efter H. Hesselman 1907, s. 87). Om uppkomsten av flarkar lämnas en närmare redogörelse i följande underkapitel (sid. 80).

Flarkbildningar äro ganska vanliga inom undersökningsområdet, men uppta endast relativt små ytor (från c:a 1 kvadratdecimeter till ett tiotal kvadratmeter). Oftast träffas flarkar i samband med *Carex rostrata-*, tuvsäv- och tuvdunmossar samt kring igenväxande tjärnar. På sistnämnda ställen äro flarkarna alltid koncentrerade till ett smalt bälte mellan de gungflybildande växtsamhällena *(Carex limosa-* och *Scheuchzeria*-mossarna) och de på mera fasta torvbildningar uppträdande *Carex rostrata-* eller tuvsävmossarna.

Degerö stormyrs flarkar äro vanligen fullständigt vegetationslösa (om man undantager diatomaceer, cyanophyceer o. d. dylika smärre alger, vilka alltid

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1917.

Fig. 11. Mindre vegetationslös flark inom parti med tuvdunmosse. — Strängmyren. — Å bilden synas — utanför flarken — tuvdun (*Eriophorum vaginatum*), rosling (*Andromeda polifolia*) samt ett täcke av vitmossor (*Sphagnum balticum*).
Kleiner vegetationsloser Flark in einer Partie mit *Eriophorum vaginatum*-Moor. Strängmyren.

förekomma) eller klädda av *Jungermania inflata*. Bottnen i flarkarna utgöres av en lös, dy- eller gyttjeartad massa, som till största delen bildas av destruerade växtrester jämte alger. Stundom träffas dock en sparsam vegetation av högre växter. Så t. ex. förekomma *Carex rostrata*, *C. limosa*, *Eriophorum vaginatum* och *Scheuchzeria palustris* i glesa bestånd inom vissa på Kron-, Storlunds- och Nylandsmyrarna förekommande flarkar. Dessa flarksamhällen stå helt naturligt dykärren synnerligen nära i såväl växtsociologiskt som ekologiskt hänseende och kunna lämpligen inrangeras under denna grupp av växtsamhällen.

Som ett exempel på undersökningsområdets större flarkbildningar och deras vegetationsförhållanden lämnas härnedan en kort redogörelse för ett flarkkomplex på Kronmyren, beläget 180 m. SSV om skogskojan vid Försöksfältet. Detta ganska vackert utbildade flarkkomplex begränsas mot landsidan av tvenne 150 meter långa trädbevuxna rismossesträngar. På övriga sidor omges det av tuvsäv- och *Carex rostrata*-mossar.

Flarkkomplexet består av tre med rismossesträngarna parallela rader av stora och små flarkar, mellan vilka *Scheuchzeria*-mosse-samhällen utbreda sig i form av längsgående band eller åsar. (Se figg. 12 o. 13). Flarkarna sakna vegetation eller klädas av en sammanhängande *Jungermania inflata*-matta, i vilken enstaka individ av *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Scirpus austriacus* och *Scheuchzeria palustris* sticka upp. Även träffas på några ställen smärre fläckar med *Sphagnum Dusenii* och *S. compactum*. *Eriophorum vaginatum* och *Scirpus austriacus* bli inom flarkarna höga och kraftiga samt alltid rikligt fruktificerande.

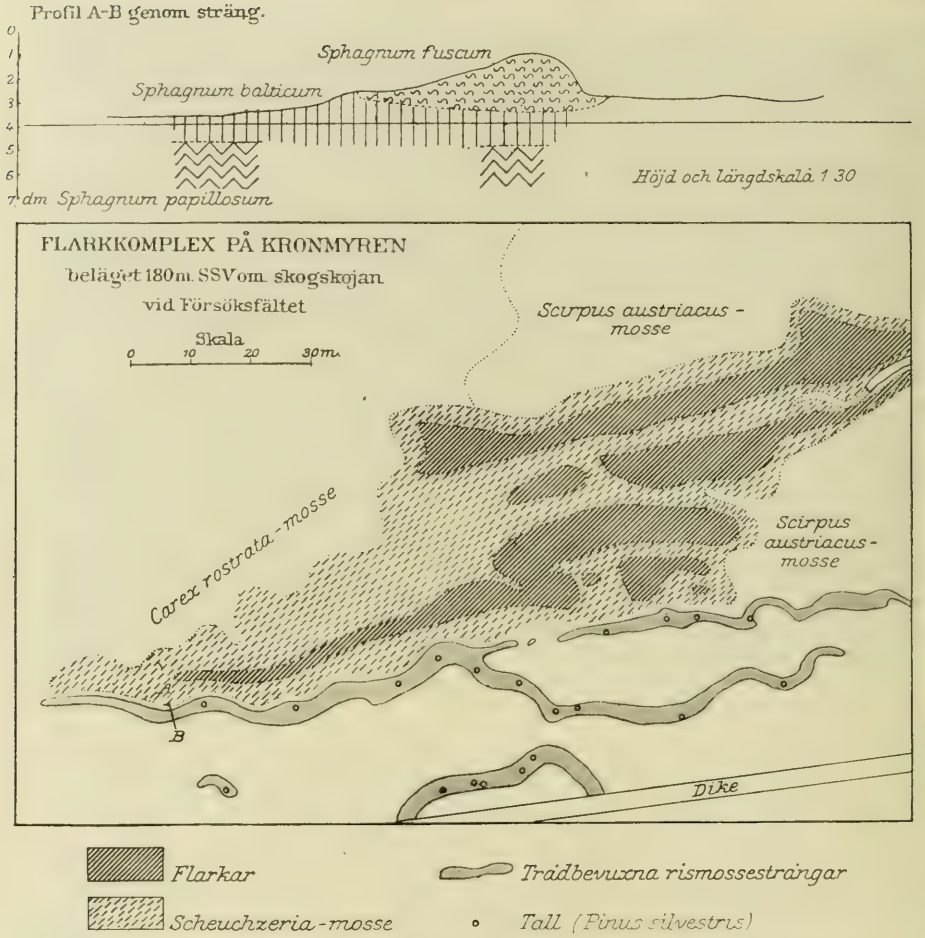


Fig. 12. Karta över flarkkomplex på Kronmyren, beläget 180 m SSV om skogskojan vid Försöksfältet.

Karte über ein Flark-Komplex in Moor Kronmyren, 180 m SSW von der Waldhütte.

Trädbevuxna rismossar.

Syn. Barrskogsmossar H. von Post 1862, s. 28.
Myrar Norrlin 1871—74, s. 58.
Rismossar Nilsson 1897, s. 12.
Skogsmyr (t. ex. tallmyr) Nilsson 1902, s. 138.
Skogsmossar Tolf 1903, s. 12.
Rismossar Andersson & Hesselman 1907, s. 69.
Tallmosse Eriksson 1912, s. 126 o. 171.
Hochmoorwälder Fries 1913, s. 52.
Eigentliche Reisermoore Cajander 1913, s. 151—168.
Fuscum-mossar jämte *Vaginatum-mosse* inom gruppen *vitmossar* Melin 1917, s. 19—20.

Trädbevuxna rismossesamhällen hava en mycket stor utbredning inom Degerö stormyr. Tillsammans upptaga de icke mindre än vid pass 50 %

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 13 Flarkkomplex på Kronmyren beläget 180 m SSV om skogskojan vid Försöksfältet. Bilden är tagen från flarkkomplexets västra sida, Observera de mer och mindre vattenfyllda, vegetationslösa partierna.

Flark-Komplex im Moor Kronmyren, 180 m SSW von der Waldhütte (»skogskoja» auf der Karte) nahe dem Versuchsfeld. Vom Westen aus aufgenommen. Man bemerke die mehr weniger wassergefullten vegetationslosen Partien.

Tabell 6. **Trädbevuxna rismossar.**

Sociotyp (Soziotypus)	Risbevuxna *Sphagnum acutifolium*-tuvor		*Sphagnum Russowii*-rismosse				
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7
Träd (Bäume):							
Betula pubescens	4	--	(+)	—	—	—	—
Picea abies	—	—	4	--	8	6	—
Pinus silvestris	—	4	(+)	8	+	+	+
Ris (Zwergsträucher):							
Andromeda polifolia	—	4	32	100	96	68	92
Betula nana	—	—	48	36	72	76	100
Calluna vulgaris	—	24	—	100	100	4	—
Empetrum nigrum	36	100	20	96	100	98	100
Ledum palustre	—	36	20	(+)	--	—	—
Linnæa borealis	12	—	—	—	—	—	—
Lycopodium annotinum	4	—	—	--	—	—	—
Oxycoccus	—	32	56	100	100	100	100
Pyrola secunda	40	—	—	—	—	4	—
Vaccinium myrtillus	100	96	12	52	100	96	72
uliginosum	—	28	36	100	80	66	88
vitis idæa	92	92	16	—	96	76	64
Gräs, halvgräs och örter (Gräser, Cyperaceen und Kräuter):							
Carex globularis	96	32	100	100	84	70	100
pauciflora	—	—	—	4	—	—	—
Deschampsia flexuosa	4	16	—	4	—	—	—
Drosera rotundifolia	—	—	—	28	—	—	—
Equisetum silvaticum	4	—	—	4	--	4	—
Eriophorum vaginatum	—	—	68	80	44	68	(+)
Melampyrum pratense	—	—	—	8	—	10	—
Orchis maculatus	—	—	—	—	—	+	—
Pinguicula villosa	—	—	—	—	—	—	—
Rubus chamæmorus	4	84	28	100	28	94	40
Scirpus austriacus	—	—	—	—	—	—	—
Levermossor (Lebermoose):							
Cephalozia bicuspidata	—	—	—	+	—	—	—
connivens	—	—	+	+	+	—	—
Loitlesbergeri	—	—	—	—	—	—	—
media	—	—	—	+	+	—	+
pleniceps	—	—	—	+	—	+	—
Jungermania gracilis	—	—	—	—	—	—	—
porphyroleuca	—	—	—	+	—	—	—
Kantia sphagnicola	—	—	—	—	—	—	—
trichomanis	—	—	—	+	+	—	+
Mylia anomala	—	4	—	60	20	2	—
Bladmossor (Laubmoose):							
Dicranum Bergeri	—	—	—	—	—	—	—
fuscescens	—	—	—	+	—	—	--

(Baumbewachsene Zwergstrauch-Moore.)

Sphagnum fuscum-rismosse										*Sphagnum angustifolium*-rism.
Ledum-mosse				*Calluna*-mosse					*Andromeda*-mosse	
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	8	4	—	—
+	+	+	+	10	8	(+)	4	4	—	12
100	100	94	100	100	100	100	100	100	100	48
36	80	82	80	30	10	28	92	88	70	92
68	44	—	—	100	72	100	100	82	—	—
96	100	94	84	94	100	100	100	100	10	(+)
64	72	66	76	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	80
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	100	100	100	66	—	36	52	—	—	—
96	96	72	28	62	48	100	100	82	90	20
64	100	94	44	—	—	28	4	—	—	—
—	8	48	52	—	—	—	—	72	—	(+)
—	—	—	—	—	+	—	16	42	—	52
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	24	20	68	4	—	12	50	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	92	78	64	98	96	100	100	54	86	96
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	24	36	16	8	12	34	—	—
100	100	96	96	—	76	100	100	100	100	68
—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
+	—	+	+	—	+	+	+	+	—	+
96	80	86	80	+	92	96	72	74	100; *1*	64
—	—	—	8	78; *3*	24; *1*	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabell 6 (forts.)

Sociotyp (Soziotypus)	Risbevuxna *Sphagnum acutifolium*-tuvor		*Sphagnum Russowii*-rismosse				
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7
Dicranum majus	—	—	—	—	8	—	—
scoparium	—	+	—	—	—	—	—
Georgia pellucida	+	—	—	—	-	—	—
Hylocomium parietinum	16	64	28; —	88; —	88; —	40; *8*	32; *5*
proliferum	12	(+	—	—	—	—	—
Pohlia nutans	+	+	—	+	+	+	+
sphagnicola	—	—	+	—	—	—	—
Polytrichum commune	60; *2*	48	88; —	72; —	96; —	58; *13*	80; *12*
strictum	—	92	44; —	88; —	88; —	70; *4*	96; 6
Ptilium crista castrensis	4	—	—	—	—	—	—
Sphærocephalus palustris	—	8	12; —	60; —	36; —	90; *3*	100; 6
Sphagnum acutifolium	100; *98*	100; *100*	—	—	—	—	—
angustifolium	—	—	88; —	40; —	64; —	94; *42*	100; *31*
fuscum	—	—	—	76; —	44; —	2	72; *14*
magellanicum	—	—	8	—	—	—	8; *1*
Russowii	—	—	68; —	56; —	76; —	82; *30*	76; *25*
Lavar (Flechten):							
Cetraria islandica	—	—	—	—	—	—	—
f. platyna	—	8	—	—	—	—	—
Cladonia alpestris	—	—		-	—	—	—
rangiferina	—	-	—	8	—	-	—
silvatica	—	—	—	—	4	—	—
deformis	—	—	—	+	—	—	—
gracilis f. chordalis	—	—	—	—	—	—	—
pyxidata	—	—	—	—	—	—	—
sp.	—	—	—	—	—	—	—
Icmadophila æruginosa	—	—	—	—	—	—	—
Peltigera aphtosa	—	—	—	—	4	2	+
canina	—	—	—	—	—	—	(+
Fläckar utan bottenskikt	—	—	—	—	—	—	—

1. Strängmyren; nära stickan 0 på profillinjen E—F. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
2. Kronmyren; i kanten av myrholme mellan Hässjeängen och Stormyrtjälen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
3. Kronmyren; 250 m NV om skogskojan vid Försöksfältet. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna,)
4. Storlundsmyrens norra del; nära brunnen 1. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m².)
5. Kronmyren; nära källan mellan Hässjeängen och Stormyrtjälen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m².)
6. Strängmyren; mellan stickorna 21—25 på profillinjen E—F. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
7. Försöksfältet; 120 m NO om skogskojan. 1922. (25 cirkelytor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i tiondedelar av småytorna.)
8. Stormyrens södra del. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
9. Stormyrens nordöstra del; nära diket i rågången mellan kronoparken och Degerö-skiftet. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
10. Rismosse nära Storkåtatjärnens norra strand. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.

Sphagnum fuscum-rismosse										*Sphagnum angustifolium*-rism.
Ledum-mosse				*Calluna*-mosse					*Andromeda*-mosse	
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—
—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	96; *22*	86; *22*	84; *14*	86; *13*	72; *15*	32; *4*	64; *3*	66; *1*	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	100	92	100	22	48; *1*	32	80	94	12	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	76	58; *4*	12	—	—	16	84	34	6	—
—	—	—	—	—	8	—	—	—	8; *1*	12
72; *5*	80; *8*	22; *1*	60	—	12	92; *9*	72; *1*	64; *10*	100; *18*	100; *78*
92; *69*	88; *34*	90; *35*	96; *56*	98; *58*	96; *50*	96; *36*	96; *39*	98; *65*	100; *75*	—
24; *4*	—	12	8	—	—	36	—	30; *10*	26	100; *22*
20; *2*	8	2	4	—	—	—	20; *1*	14	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	6; *1*	—	—	—	—	—	—
16	44; *1*	4; *1*	32	98; *18*	84; *18*	8	(+)	—	—	—
—	8	—	—	32; *2*	8	—	—	2	6	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
—	—	—	—	4	+	—	—	—	4	—
—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	*35*	*37*	*30*	*5*	*15*	*51*	*56*	*14*	*5*	—

11. Strängmyren; nära stickan 60 på profillinjen E—F. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
12. Kläppmyren; 100 m O om Fredagsängen. 1922. (50 cirkelytor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i tiondedelar av småytorna.)
13. Sträng ur strängkomplexet mellan Kronmyren och Fredagsängen. 1922. (25 cirkelytor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i tiondedelar av småytorna.)
14. Rismosse nära Storkåtatjärnens norra strand, c:a 30 m från lokalen 10. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
15. Rismosse 150 m sydväst om Nävertjärnen. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
16. Rismosse mellan Östra och Västra Skomakareängarna. 1919. (50 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
17. Kronmyren; 250 m söder om brunnen 27. 1922. (50 cirkelytor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
18. Kronmyren; 200 m NV om skogskojan vid Försöksfältet. 1919. (25 rutor om $^1/_{10}$ m^2. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)

av det kartlagda områdets hela myrmarksareal. Huvudsakligen träffas de trädbevuxna rismossarna inom myrens grundare delar, och uppträda sålunda allmänt i bälten kring fastmarkerna.

Det för rismossarna karaktäristiska tuviga vitmosstäcket uppbygges vanligen av *Sphagnum fuscum* och *S. angustifolium*. Därjämte tillkomma ofta *Sphagnum magellanicum* och *S. Russowii*. I vitmosstuvorna äro vidare nästan alltid inströdda *Hylocomium parietinum*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum strictum* och *Sphærocephalus palustris*. Dessa uppträda antingen fläckvis eller mera jämnt fördelade. Vidare träffas talrika levermossor, såsom *Cephalozia connivens*, *Kantia trichomanis*, *Mylia anomala*. Lavar finnas ofta. Framför allt kunna nämnas *Cladonia*-arter (*Cladonia alpestris*, *C. rangiferina* och *C. silvatica*), *Cetraria islandica*.

I fältskikten dominera risen. Konstant förekomma *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus microcarpus* och *Vaccinium uliginosum*. Till dessa sluta sig ofta *Betula nana*, *Calluna vulgaris*, *Oxycoccus quadripetalus* och *Vaccinium vitis idæa*. Cyperaceer och örter uppträda mera sparsamt. Huvudarterna bland dessa äro: *Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamæmorus* och *Drosera rotundifolia*. Inom vissa associationer märkas vidare: *Carex globularis*, *C. pauciflora*, *Melampyrum pratense*, *Orchis maculatus*, *Pinguicula villosa* m. fl.

Av träd träffas oftast tallen. Stundom förekomma därjämte gran och kärrbjörk (*Betula pubescens*). Med avseende på trädens höjd och trevnad råda mycket stora växlingar. Inom vissa typer äro träden mycket låga och mariga samt rikligt lavbehängda, inom andra åter tämligen höga och växtliga. Genomgående bilda de dock endast glesa bestånd.

Efter de vitmossor, som uppbygga bottenskiktet kunna Degerö stormyrs trädbevuxna rismossar lämpligen grupperas i trenne sociotyper (av vilka senare även vissa undertyper kunna uppställas), nämligen:

1. Trädbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse.
2. » *Sphagnum fuscum*-rismosse.
3. » *Sphagnum angustifolium*-rismosse.

Dessa sociotyper äro genom en rad övergångsformer nära förbundna med varandra och sålunda många gånger rätt svåra att särskilja. I sina ytterlighetsformer äro de emellertid väl skilda. Ganska stora olikheter råda vidare mellan typerna med hänsyn till deras topografiska fördelning.

När man från den oförsumpade marken går ut på myren träffar man först på ett bälte av skiftande bredd (2—30 m.)[1], där vit- och björnmossor upp-

[1] På vegetationskartan äro dessa övergångsbälten angivna som moss- eller lavrik barrskog med spridda vitmoss- och björnmosstuvor. I de fall då dessa bälten haft ringa bredd har det ej varit möjligt att utmärka dem på kartan. Endast de bredaste bältena äro alltså angivna.

träda i fläckar eller tuvor (av 1 dm²—20 m² storlek) inom ett i övrigt för friska skogsmarker fullt normalt moss- eller lavtäcke. Vitmosstuvorna bildas vanligen av den rosafärgade *Sphagnum acutifolium;* stundom även av *Sphagnum Russowii.* Björnmossfläckarna uppbyggas alltid av hög och svällande *Polytrichum commune.* Insprängda i dessa tuvor träffas talrika ris, örter och gräs. Dessa äro delvis desamma, som normalt förekomma i de moss- och lavrika barrskogarna (såsom *Deschampsia flexuosa, Linnæa borealis, Lycopodium annotinum*), men därjämte tillkomma nu flera sumpmarksväxter. Viktigast av dem äro klotstarren *(Carex globularis)* och *Equisetum silvaticum.* (Se ståndortsanteckningar tab. 6: 1—2.)

I detta övergångsbälte mellan skog och myr äro lövträd och buskar vanligen ganska rikligt företrädda. Oftast träffas *Betula pubescens;* stundom även *Alnus incana* och *Salix caprea.* Sälgen förekommer endast i enstaka individ med en höjd av omkring 10 m. Dess stammar och grenar äro nästan alltid behängda med lunglav *(Sticta pulmonaria).* Bland buskar märkas särskilt viden, såsom *Salix aurita, S. depressa, S. nigricans.*

Utanför detta bälte med vitmoss- och björnmosstuvor vidta de egentliga myrmarkssamhällena. De första associationer vi nu påträffa äro av den typ, som lämpligen benämnes trädbevuxen *Russowii*-rismosse (eller trädbevuxen klotstarr-rismosse).

Trädbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse (Tab. 6: 3—7). Denna rismossetyp upptar ganska stora sammanhängande ytor. Bottenskiktet bildas främst av *Sphagnum Russowii* och *S. angustifolium.* Förutom dessa två vitmossor, vilka med hänsyn till täckningsgraden spela ungefär samma roll inom associationerna, tillkomma som viktigare följeslagare *Sphagnum fuscum* och *S. magellanicum.* Vidare träffas *Polytrichum commune, P. strictum, Sphærocephalus palustris* och *Hylocomium parietinum.* Mossorna förete i regel en mycket frodig växt. Sålunda träffas *Sphagnum fuscum* alltid i sin lösa, svagt tuvade, frodvuxna form. *Polytrichum commune* bildar höga och svällande tuvor.

Fältskikten äro väl utbildade. I desamma ingå ett stort antal högvuxna ris samt halvgräs och örter. Bland risen märkas särskilt *Betula nana* och *Vaccinium*-arter. Dvärgbjörken är i medeltal c:a 60 cm. hög. Stundom träffas individ med en höjd av 120 cm. Av halvgräs och örter förekomma konstant *Carex globularis, Eriophorum vaginatum* och *Rubus chamæmorus;* dessutom nderstundom *Melampyrum pratense, Orchis maculatus, Equisetum palustre* o. a. *Carex globularis* träffas i hög frekvens och sätter tillsammans med dvärgbjörken den starkaste prägeln på hela sociotypen.

Av träd förekomma både tall, gran och kärrbjörk *(Betula pubescens).* Tallen får i regel god stamform. Den når vid en ålder av 150 år en höjd av 12—15 meter. Tillväxten å yngre träd är tämligen god. Sålunda ha på 20-åriga tallar årsskott uppmätts, vilka varit 20—30 cm. långa. Granen uppträder endast i individ med dålig växt. Höjden överstiger sällan 8 meter och är vanligen blott 2—3 meter. Björken når sällan en höjd över 6 à 8 meter och har oftast buskform.

De trädbevuxna klotstarr-rismossarna omge Degerö stormyrs fastmarker i bälten av ett par till hundra meters bredd. På myrens södra sida — nedanför Kåtaåsen — träffas de bredaste bältena, på den norra sidan äro de däremot genomgående smala eller saknas t. o. m. Trädbevuxna klotstarr-rismos-

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. TAMM 1921.

Fig. 14. Trädbevuxen *Russowii*-rismosse (»trädbev. klotstarrismosse»). — Försöksfältet, 120 m NO om skogskojan.

Baumbewachsenes *Russowii*-Moor 120 m. NO von der Waldhütte, auf dem Versuchsfeld.

sar träffas vidare ej sällan på planare ställen inom områden, som för övrigt upptagas av gransumpskogar. Detta är exempelvis fallet på försöksfältet. På grund av detta förekomstsätt och vidare för att starkare pointera den något större slutenhet i trädbeståndet hos rismossar av denna typ i jämförelse med hos övriga trädbevuxna rismossar, benämnes densamma ofta »försumpad tallskog». Efter MELINS system (MELIN 1917, s. 115) föres den trädbevuxna klotstarr-rismossen till »*Vaginatum*-mossen» och efter CAJANDERS (CAJANDER 1913 s. 151) till »Bruchmoorartige Reisermoore».

Längre ut från fastmarksstränderna ersättas de trädbevuxna klotstarr-rismossarna av träd-rissamhällen av något annan sammansättning och skaplynne. Vi komma då över till den andra sociotypen, nämligen:

Trädbevuxen ***Sphagnum fuscum***-rismosse (trädbevuxen tuvdun-rismosse) (Tab. 6: 8—17). Inga associationer inom området ha en så stor arealutbredning som de av denna typ. Utom såsom konstituent av det yttersta — mot cyperacé-mossarna gränsande — bältet av trädbevuxna rismossar, som omge fastmarkerna, träffas dessa samhällen ofta i form av strängar och tuvor i kärr och cyperacémossar. De trädbevuxna *Fuscum*-rismossarna äro sålunda viktiga element i flera associationskomplex.

I bottenskiktet är *Sphagnum fuscum* dominerande och bildar en tät, tydligt tuvad matta av brun färg. I denna matta förekomma dock normalt inbland-

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1917.

Fig 15. Trädbevuxen *Ledum*-mosse. — Stormyren, 100 m N om Getingmyren.
Baumbewachsenes *Ledum*-Moor. Stormyren 100 m. N von Getingmyren.

ningar av andra mossor, vilka uppträda antingen fläckvis eller mera jämnt instuckna. Främst bland dem märkas *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum* och *Polytrichum strictum*. Av bladmossor förekomma vidare *Pohlia nutans*, *Sphærocephalus palustris* samt på de torraste delarna av tuvorna *Hylocomium parietinum* och *Dicranum Bergeri*. *Polytrichum commune*, som spelade en sådan framträdande roll inom de trädbevuxna klotstarr-rismossarna, saknas här oftast fullständigt. I bottenskiktet ingå vidare talrika levermossor. Främst träffas *Mylia anomala;* dessutom enstaka till spridda individ av olika *Kantia*- och *Cephalozia*-arter. Lavar finnas ofta. Framför allt kunna nämnas *Cladonia silvatica*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica*.

Av halvgräs och örter märkas främst *Eriophorum vaginatum* och *Rubus chamæmorus*. Utom dessa, vilka kunna betecknas som verkliga karaktärsväxter, träffas ej sällan — ehuru i låg frekvens — *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula villosa* och *Carex pauciflora*. Stundom förekommer även *Carex globularis*. Denna är dock i uppträdandet huvudsakligen inskränkt till partier med föga mäktigt torvlager.

Risen dominera i fältskikten. Konstant förekomma *Andromeda*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus microcarpus* och *Vaccinium uliginosum*. I vissa associationer uppträda därjämte *Betula nana*, *Calluna vulgaris* och *Ledum palustre*.

Med hänsyn till förefintliga skillnader i risvegetationens kvalitativa och

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 16. Trädbevuxen *Calluna*-mosse. — 150 m SV om Nävertjärnen.
Baumbewachsenes *Calluna*-Moor. 150 m. SW von Nävertjärnen.

kvantitativa sammansättning hos olika till den trädbevuxna *Fuscum*-rismossen hörande associationer kunna inom undersökningsområdet lämpligen följande undertyper uppställas:

1. *Ledum*-rik trädbevuxen *Fuscum*-mosse (trädbevuxen skvattram-mosse).
2. *Calluna*-rik » » (» ljung-mosse).
3. *Andromeda*-rik » » (» rosling-mosse).

Dessa undertyper skilja sig förutom i fältskiktens sammansättning även med avseende på ingående arters frodvuxenhet. I den *Ledum*-rika *Fuscum*-mossen äro ris, örter och halvgräs genomgående höga och kraftiga. Inom associationer av den *Calluna*-rika undertypen, vilka äro de vanligaste av områdets *Fuscum*-mossar, förete däremot alla ris med undantag av den fysiognomiskt dominerande *Calluna vulgaris* en sämre växt. Dvärgbjörkens höjd överstiger sällan 20—30 cm., blåbärsrisets är 3—4 cm., och odonrisets 5—10 cm.

Associationerna av *Andromeda*-typ utgöra Degerö stormyrs kanske »torftigaste» växtsamhällen. Bland risen äro inga högre än *Andromeda*, som härigenom blir det mest i ögonen fallande riset. *Sphagnum fuscum* uppträder inom de trädbevuxna roslingmossarna i fasta, nästan filtartade tuvor. Lavar äro vanliga. Mycket karaktäristisk är förekomsten av laven *Icmadophila æruginosa*.

Inom samtliga undertyper av den trädbevuxna *Fuscum*-rismossen uppträder tallen. Gran och björk förekomma däremot sällan. I allmänhet äro träden låga och oväxtliga, ehuru vissa olikheter även härvidlag göra sig gällande. Inom skvattrammossarna träffas de högsta träden. En höjd av inemot 12 m. kan där förekomma. På ljung- och roslingmossarna går trädens höjd sällan över 6 à 8 m.

Under en vandring över Degerö stormyr framstår mycket tydligt skillnaden i trädens höjdtillväxt inom olika undertyper av *Fuscum*-rismossen. Nedanför Kåtaåsen, där den *Ledum*-rika *Fuscum*-mossen är rikligt representerad, visa tallarna genomgående en ganska god växt och höjd. På den motsatta sidan av myren åter, där försöksfältet är beläget, äro träden oftast låga och oväxtliga. Här saknas *Ledum*-mossen och de *Andromeda*- och *Calluna*-rika undertyperna dominera.

Nu nämnda undertyper av den trädbevuxna *Fuscum*-rismossen uppträda vanligen inom undersökningsområdet i bestämda zoner. *Ledum*-mossen upptar den innersta mot *Russowii*-rismossen vettande zonen. Därutanför kommer *Calluna*-mossen och slutligen *Andromeda*-mossen, i sin tur gränsande mot cyperacé-mosse- eller kärrsamhällen.

Trädbevuxen ***Sphagnum angustifolium***-rismosse (Tab. 6: 18). Associationer av denna sociotyp träffas blott såsom sällsyntheter inom Degerö stormyr. De träffas — upptagande små fläckar — på Strängmyren samt på Kronmyren c:a 200 m. NV om skogskojan vid Försöksfältet.

Mosstäcket är svagt tuvat. Det bildas av ymnig *Sphagnum angustifolium* med insprängd strödd *S. magellanicum*. Levermossan *Mylia anomala* träffas ganska allmänt inom torrare delar av mosstäcket. *Eriophorum vaginatum* är fältskiktens karaktärsväxt. Utom denna förekomma *Carex pauciflora, Rubus chamæmorus* samt talrika ris, såsom odon, dvärgbjörk, rosling och tranbär. Risen äro samtliga mycket låga. Dvärgbjörkens höjd överstiger sällan 10 cm. Roslingens höjd är vanligen blott 3—4 cm. — Av träd träffas endast tallen i låga och oväxtliga individ.

Associationskomplex av cyperacémosse- och trädbevuxna rismossesamhällen.

Syn. Hochflächen-Moore inom gruppen *Kombinationen von Weissmoor und Reisermoor* CAJANDER 1913, s. 168.
Hölje-Fuscum-mossar inom gruppen *kombinerade myrtyper* MELIN 1917, s. 172.

Ett märkligt drag i de nordsvenska myrarnas vegetation är förekomsten av associationskomplex av cyperacé-mossar och trädbevuxna rismossar, dykärr—rismossar, dykärr—mossrika kärr, dykärr—*Molinia*-ängar samt dykärr—cyperacémossar. Inom Degerö stormyr ha associationskomplexen en mycket stor utbredning. De bestå dock nästan uteslutande av cyperacé-mossar och trädbevuxna rismossar i olika kombinationer. Övriga associationskomplextyper äro sällsynta och uppta endast mycket små ytor.

Associationskomplex av cyperacé-mossar och trädbevuxna rismossar kläda stora områden av Nylands-, Stor-, Sträng-, Flakatjäls- och Borst-

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av O. Tamm 1921.

Fig. 17. Trädbevuxen *Andromeda*-mosse utanför skogskojan på Försöksfältet. Å bilden synas rosling (*Andromeda polifolia*), tuvdun (*Eriophorum vaginatum*) samt låg och förkrympt dvärgbjörk (*Betula nana*). I bakgrunden moss- och lavrik tallskog.

Baumbewachsenes *Andromeda*-Moor. — Vor der Waldhütte. Im Hintergrund moos- und flechtenreicher Kiefernwald.

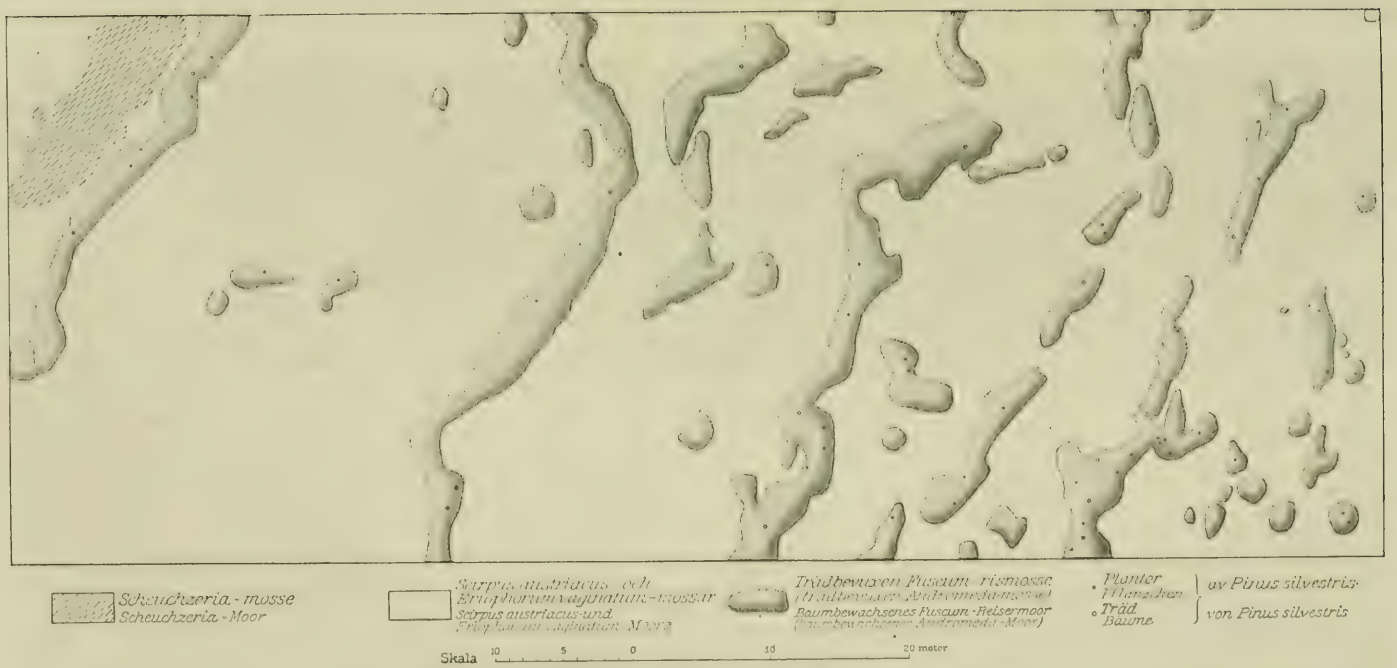


Fig. 18. Karta över ett associationskomplex av trädbevuxen roslingmosse och tuvdun- och tuvsävmossar. Kronmyren, utanför skogskojan på Försöksfältet.

Karte über ein Associationskomplex von baumbewachsenem *Andromeda*-Moor und *Eriophorum vaginatum*- und *Scirpus austriacus*-Mooren. — Kronmyren, vor der Waldhütte.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 19. Associationskomplex av trädbevuxen ljungmosse och tuvdunmosse mellan Kron- och Kläppmyrarna. Ljungmossefläckarna äro utbildade som långa (över 100 m) »strängar» vilka gå vinkelrätt mot markens lutningsriktning.

Assoziationskomplex von baumbewachsenem Heidekrautmoor und *Eriophorum vaginatum*-Moor zwischen Kronmyren und Kläppmyren. Die Heidekrautflecken sind als lange Stränge (> 100 m) ausgebildet, die senkrecht gegen die Neigungsrichtung des Bodens verlaufen.

myrarna. Vidare förekomma de i ett brett bälte mellan Kron- och Kläppmyrarna.

Inom nu nämnda komplex täcka rismossarna vanligen en betydligt mindre areal än cyperacé-mossarna. Till formen kunna rismossefläckarna växla mycket. Man träffar dels fläckar av oregelbunden form (»*rismossetuvor*»), dels fläckar, som äro långa och smala (»*rismossesträngar*»), (se figg. 18 o. 19). Rismossesträngarna äro nästan uteslutande tillfinnandes på sluttande marker, rismossetuvorna vanligen på m. l m. plana.

Man kan indela Degerö stormyrs associationskomplex av cyperacé-mossar och trädbevuxna rismossar i fyra olika typer, nämligen:

1. Trädbevuxen *Sphagnum fuscum*-rismosse—*Scirpus austriacus*-mosse.
2. » » » » —*Eriophorum vaginatum*-mosse.
3. » » *angustifolium*-rism.—*Eriophorum vaginatum*-mosse.
4. » » » » —*Scheuchzeria*-mosse.

De två första av dessa typer äro de viktigaste. De uppta samtliga på vegetationskartan som »cyperacé-mossar med oregelbundna rismosse-fläckar» och som »cyperacé-mossar med rismosse-strängar» angivna områden med undantag av de på Strängmyren. Växtsamhällena, som konstituera dessa associationskomplextyper, äro typiska trädbevuxna ljung- och roslingsmossar samt tuvsäv- och tuvdunmossar.

Ett vackert exempel på cyperacé-mossar med trädbevuxna rismossesträngar illustreras av vidstående karta (fig. 18) över ett strängkomplex på Kronmyren strax söder om skogskojan på försöksfältet. Rismossesträngarna bildas av trädbevuxna roslingmossar. De ha formen av 1—5 dm höga åsar, vilka med knivskarpa gränser höja sig över cyperacé-mossarnas yta. Strängarnas längd växlar från ett par till hundra meter och bredden från en till två meter. Strängarna gå vinkelrätt mot markens lutningsriktning. Cyperacé-mossarna mellan strängarna äro oftast av *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum balticum*-typ. Stundom träffas även *Scirpus-austriacus*-mossar. På de ställen inom strängkomplexet, där vattentillgången är stor, bli halvgräsen höga och tuviga. *Sphagnum Dusenii* och *S. Lindbergii* uppträda även allmänt å dylika orter.

Det stora strängkomplexet mellan Kron- och Kläppmyrarna, vilket avbildas å fig. 19, består av trädbevuxen ljungmosse och tuvdunmosse; delvis även av ljungmosse och tuvsävmosse. Ljungmossesträngarna ha vanligen en längd av över hundra meter.

Degerö stormyrs »cyperacé-mossar med oregelbundna rismossefläckar» äro komplex av trädbevuxna *Fuscum*-rismossar i fläckar av växlande storlek (1 dm^2—c:a 4 m^2) och tuvdunmossar.

Associationskomplex av trädbevuxen *Sphagnum angustifolium*-rismosse och *Eriophorum vaginatum*-mosse eller *Scheuchzeria*-mosse träffas inom undersökningsområdet endast på Strängmyren.

Trädbevuxna cyperacé-mossar.

Syn. Kärrskogar (delvis) NILSSON 1902, s. 137 o. 140.
Skogskärr (delvis) TOLF 1903, s. 11.
Starr- och *tuvdunsmossar* (delvis) ERIKSSON 1912, s. 126 o. 157—165.
Weissmoorbrücher & *Wollgrasbrücher* (delvis) inom gruppen *Bruchmoore* CAJANDER s. 200 o. 205—207.

Trädbevuxna cyperacé-mossar äro typiska cyperacé-mossesamhällen, inom vilka träd uppträda i glesa bestånd. De viktigaste träden äro björk och gran. Inom vissa associationer träffas därjämte tall.

Trädbevuxna cyperacé-mossar uppträda uteslutande på platser där markfuktigheten är stor, men där vattnet icke stagnerar utan är i livlig rörelse, såsom kring bäckar, källor och på översilningsmarker.

Trenne olika sociotyper kunna urskiljas av Degerö stormyrs trädbevuxna cyperacé-mossar, nämligen:

1. Trädbevuxen *Carex rostrata*-mosse.
2. Trädbevuxen *Carex canescens*-mosse.
3. Trädbevuxen *Eriophorum vaginatum*-mosse.

Trädbevuxen *Carex rostrata*-mosse. Associationer av denna typ förekomma kring Storlundsbäcken och den numera övervuxna bäcken mellan Getingmyren och Storkåtatjärnen.

Kring Storlundsbäcken är växtsamhällets sammansättning följande: Trädskiktet bildas av björk, gran och tall; den förstnämnda i frekvensen strödd, de senare enstaka till tunnsådda. Träden hava närmast bäcken en höjd av inemot 12 m, vilken successivt minskas ju längre man avlägsnar sig från bäcken.

Markvegetationen är den för *Carex rostrata*-mossen typiska:

Ris (Zwergsträucher):	F %
Andromeda polifolia	100
Oxycoccus quadripetalus	100

Halvgräs och örter (Cyperaceen, Kräuter):	
Carex rostrata	100
» *magellanica*	80
» *pauciflora*	34

Halvgräs och örter (Cyperaceen, Kräuter):	F %
Carex canescens	12
Eriophorum vaginatum	8

Bladmossor (Laubmoose):	
Sphagnum Dusenii	100
Amblystegium fluitans	100
Sphagnum apiculatum	80
Polytrichum gracile	28

Trädbevuxen *Carex canescens*-mosse. Denna växtsamhällstyp är inom Degerö stormyr huvudsakligen representerad inom ett 10—20 meter brett bälte kring en till största delen övervuxen bäck, 200 m öster om Nävertjärnen.

En analys av detta bäckväxtsamhälle visar, att botten- och fältskikten ha följande sammansättning:

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 20. Trädbevuxen *Carex rostrata*-mosse. — Kring Storlundsbäckens övre del.
Baumbewachsenes *Carex rostrata*-Moor. — Oberer Lauf des Bachs Storlundsbäcken.

Ris (Zwergsträucher):	F %
Oxycoccus quadripetalus	4
Halvgräs (Cyperaceen):	
Carex canescens	100
Carex magellanica	6
Eriophorum vaginatum	16

Bladmossor (Laubmoose):	F %
Sphagnum riparium	88
Amblystegium fluitans	84
Sphagnum apiculatum	64
» *fimbriatum*	20
» *Lindbergii*	4

I denna synnerligen fuktighetsälskande association ingå träd i förvånansvärt hög frekvens. Främst träffas björk (*Betula pubescens*), men därjämte även gran och tall.

Trädbevuxen tuvdunmosse. Inom associationer av denna typ äro träden vanligen låga och oväxtliga. Tallens och björkens höjder överstiga sällan 5 meter. Fältskikten äro till största delen uppbyggda av *Eriophorum vaginatum*. Denna är här ganska yppig; bildar höga och kraftiga tuvor samt är oftast rikligt fruktificerande. Utom tuvdunet träffas vidare *Carex canescens*, *C. pauciflora* och *Rubus chamæmorus* samt enstaka till tunnsådda ris (*Betula nana*, *Andromeda*, *Oxycoccus quadripetalus*). Mosstäcket bildas av ymnig *Sphagnum balticum* jämte *Sphagnum Lindbergii*, *S. magellanicum* och *S. papillosum*.

De trädbevuxna tuvdunmossarna äro ganska vanliga inom undersökningsområdet. På Storlundsmyrens västra sida förekomma de såsom övergångszon mellan tuvdunmossar och sumpskogar. Vidare träffas dylika samhällen i närheten av Granåsen, Fredags- och Lördagsängarna m. fl. ställen.

Sumpskogar (»försumpade skogar»).

Syn. Myrskogar Nilsson 1902, s. 138 o. 140—141.
Skogskärr (delvis, vanligaste typer grankärr o. blandskogskärr) Tolf 1903, s. 11.
Försumpade skogar Andersson & Hesselman 1907, s. 61.
Gemeine Bruchwälder, Normale Bruchmoore, Kräuter- und Grasbrücher inom gruppen *Bruchmoore* Cajander 1913, s. 186—199.

Sumpskogar äro myrmarksväxtsamhällen, vilka ha ett tämligen slutet trädbestånd. Detta bildas vanligen av *gran* eller *lövträd.*

Bottenskiktet uppbygges huvudsakligen av vitmossor (främst *Sphagnum Girgensohnii* och *S. Russowii*) och björnmossan *Polytrichum commune*, varjämte förekomma husmossor (*Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*), *Dicrana* och *Ptilium crista castrensis;* stundom även *Amblystegia*, *Astrophylla*, *Jungermania* etc. I fältskikten förekomma talrikt gräs, örter samt stundom ormbunkar. Däremot spela risen, om man undantar blåbär och lingon, vanligen en mindre framträdande roll.

Sumpskogarna ha en ganska stor utbredning inom undersökningsområdet. Stora partier av Kåtaåsens norra sluttning samt sluttningen mellan Degerö stormyr och Kulbäcken upptagas av dessa samhällen. Med förkärlek uppträda sumpskogar kring bäckar i bälten av växlande bredd.

Inom sumpskogarna råda stora växlingar beträffande trädens höjd och växtlighet. En viss korrelation tyckes härvidlag råda mellan trädens m. l. m. gynnsamma tillväxt och vattnets i marken rörlighet. Utmed hastigt strömmande bäckar samt inom områden med god marklutning äro träden alltid höga och kraftiga, inom mera plana marker åter där vattnet strömmar långsamt fram äro träden konstant låga och oväxtliga.

Degerö stormyrs sumpskogsassociationer kunna lämpligen grupperas i följande fem sociotyper:

1. Hjortronrik gransumpskog.
2. Ört- och ormbunksrik gransumpskog.
3. *Equisetum silvaticum*-rik gransumpskog.
4. Klotstarr-rik gransumpskog.
5. Blåbärsrik gransumpskog.

Hjortronrik gransumpskog. (Tab. 7: 1—4.) Den hjortronrika gransumpskogen är den »torftigaste» av de av mig urskiljda sumpskogstyperna. Den står också den trädbevuxna klotstarrismossen nära såväl fysiognomiskt som synekologiskt. Från denna rismossetyp skiljer den sig dock lätt genom trädskiktets större slutenhet. Skogstypens allmänna utseende framgår ganska

Tabell 7. **Sumpskogar.** (Sumpfwälder.)

Sociotyp (Soziotypus):	Hjortron-rik (*Rubus chamæmorus*) gransumpskog				Ört-ormbunksrik gransumpskog	Blåbärs-rik gransumpskog		
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7	8
Träd (Bäume):								
Alnus incana		—	—	—	(+)	—	—	—
Betula pubescens	8	(+)	(+)	—	—	—	4	4
Picea abies	(+)	4	(+)	(+)	8	(+)	(+)	4
Pinus silvestris	4	20	(+)	—	—	—	—	—
Populus tremula	—	—	—	—	4	—	—	—
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	4	—	12	32
Buskar (Sträucher):								
Juniperus communis	—	—	—	—	—	—	—	4
Ris (Zwergsträucher):								
Andromeda polifolia	12	88	—	—	—	—	—	—
Betula nana	16	—	—	—	—	—	—	—
Empetrum nigrum	20	84	74	—	44	—	4	—
Ledum palustre	—	—	10	—	—	—	—	—
Linnæa borealis	—	—	—	16	88	100	92	100
Lycopodium annotinum	—	—	—	—	28	—	20	16
Oxycoccus microcarpus	4	44	14	—	4	—	—	—
Pyrola secunda	—	—	—	—	64	—	—	36
uniflora	—	—	—	—	—	—	—	4
Vaccinium myrtillus	100	96	100	52	76	92	100	80
uliginosum	60	12	6	—	—	—	—	—
vitis idæa	100	96	98	44	80	92	84	100
Gräs, örter och **ormbunkar** (Gräser, Kräuter, Farne):								
Calamagrostis purpurea	—	—	—	80	12	—	—	—
Carex globularis	100	—	100	100	100	100	100	100
vaginata	—	—	—	—	20	—	—	—
Chamænerium angustifolium	—	—	—	—	16	—	—	—
Deschampsia flexuosa	—	—	—	—	72	—	68	100
Dryopteris Linnæana	—	—	—	—	48	—	8	92
Phegopteris	—	—	—	—	—	—	—	48
spinulosa	—	—	—	(+)	—	—	—	—
Equisetum silvaticum	—	—	—	100	52	—	12	8
Eriophorum vaginatum	92	100	10	—	—	—	—	—
Geranium silvaticum	—	—	—	—	44	—	—	—
Listera cordata	—	—	—	—	32	20	8	20
Luzula pilosa	—	—	—	—	—	—	—	4
Majanthemum bifolium	—	—	—	8	48	—	—	36
Melampyrum pratense	—	—	—	—	16	—	—	—
silvaticum	—	—	—	—	4	—	4	20
Mulgedium alpinum	—	—	—	—	8	—	—	—
Orchis maculatus	—	—	—	—	4	—	4	—

Tabell 7 (forts.)

Sociotyp (Soziotypus):	Hjortron-rik (*Rubus chamæmorus*) gransumpskog				Ört-ormbunks-rik gransumpskog	Blåbärs-rik gransumpskog		
Lokal n:r	1	2	3	4	5	6	7	8
Rubus chamæmorus	100	100	100	100	64	—	56	—
Solidago virgaurea	—	—	—	—	16	—	—	—
Trientalis europæa	—	—	—	76	44	—	12	24
Levermossor (Lebermoose):								
Cephalozia media	—	8	16	12	—	—	—	—
Jungermania	—	—	—	8	—	+	—	32
Kantia trichomanis	—	12	+	—	—	—	—	—
Mylia anomala	—	4	—	—	—	—	—	—
Bladmossor (Laubmoose):								
Amblystegium stramineum	—	68	—	24	—	—	—	—
Astrophyllum cinclidioides	—	—	—	4	16	—	—	88
Dicranum majus	—	—	40	—	—	—	—	16
scoparium	—	—	+	—	24	—	52	28; *1*
Hylocomium parietinum	80; *10*	—	88; *6*	12	72	64; *3*	92; *18*	56; *9*
proliferum	—	—	22; *3*	—	60; *4*	52; *8*	84; *7*	52; *5*
Plagiothecium denticulatum	—	—	2	—	—	—	—	—
Pohlia nutans / *sphagnicola*	—	100	+	—	—	—	—	—
Polytrichum commune	100; *50*	—	46; *1*	20	—	100; *49*	84	4
strictum	+	—	10	—	—	—	—	—
Ptilium crista castrensis	—	—	6	—	4	48	52	28
Sphærocephalus palustris	—	—	6	—	56	—	16	—
Sphagnum Girgensohnii	60; *5*	—	—	96; *12*	—	92; *37*	—	—
magellanicum	20	8	—	—	20	—	—	20; *4*
Russowii	84; *15*	100; *37*	60; *9*	—	100; *79*	16	100; *65*	100; *73*
Blad och Barr (Laub, Nadeln)	*20*	*63*	+	+	—	+	*2*	—

1. 250 m SW om Fredagsängen. 1922. (25 ramar om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
2. 100 m SW om Storlundsbäcken. 1920. (25 ramar om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
3. 100 m SW om Nävertjärnen. 1919. (50 ramar om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.)
4. Bäckgranskog nedanför Borstmyren. 1920. (25 ramar om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.) Analys av prof. H. HESSELMAN och förf.
5. Kring källa på Flakatjälens nordöstra sluttning. 1921. (25 ramar om $^1/_{10}$ m². Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.) Analys av stud. H. HESSELMAN och förf.
6. Borstmyren, nära stickan 250 på profillinjen G—H. 1920. (25 ramar om $^1/_{10}$ m. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.) Analys av prof. H. HESSELMAN och förf.
7. Sumpskogsområde mellan Flakatjälen och Kåtatjärnsbäcken c:a 200 m ONO om Flakatjälsmyren. 1921. (25 ramar om $^1/_{10}$ m. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.) Analys av stud. H. HESSELMAN och förf.
8. Norr om Flakatjälen (c:a 50 m från anteckning 5). 1921. (25 ramar om $^1/_{10}$ m. Täckningen skattad i fjärdedelar av småytorna.) Analys av stud. H. HESSELMAN och förf.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av L. — G. Romell 1919.

Fig. 21. Hjortron-rik gransumpskog. — Kåtaåsen, nära Getingmyren.
Rubus chamæmorus-reicher Fichtensumpfwald. — Im Gebiet Kåtaåsen, nahe Getingmyren.

väl av fig. 21. I de hjortronrika sumpskogarna bildas trädskiktet av gran, tall och björk; den förstnämnda i frekvensen riklig, de senare tunnsådd till strödd. Träden äro genomgående oväxtliga och försedda med glesa kronor. I fältskikten uppträder hjortronet rikligt och såsom den i fysiognomiskt hänseende viktigaste växten. Till karaktärsväxterna höra vidare tuvdun, blåbär, lingon samt klotstarr, ehuru denna sistnämnda stundom saknas, särskilt om gransumpskogen kommit till utbildning på djup torv. Bottenskiktet bildas vanligen av en svällande mossmatta av *Polytrichum commune* och *Sphagnum Russowii;* dels i större och mindre »rena» fläckar och dels i en intim blandning med varandra. Instuckna i denna matta träffas ofta *Sphagnum magellanicum, S. angustifolium, Polytrichum strictum* samt på upphöjningar i marken och kring trädbaser *Hylocomia, Cladonia silvatica* och andra mera torrhetsälskande växter. — Stundom är dock bottenskiktet mindre väl utbildat. Detta är exempelvis fallet hos en hjortronrik gransumpskog 100 m SV om Storlundsbäcken. Massor av vissnade löv täcka där större delen av marken. (Se Tab. 7: 2.)

De hjortronrika gransumpskogarna ha en stor utbredning inom Degerö stormyr. De största skogarna av denna typ finnas mellan Sträng- och Borstmyrarna samt mellan Storlundsmyren och Härjodalen i myrkomplexets västra del. Vidare träffas hjortronrika gransumpskogar i spridda fläckar inom planare partier av Kåtaåsen.

Ört-ormbunksrik gransumpskog. (Tab. 7: 5.) Denna sumpskogstyp träffas endast på tvenne ställen inom undersökningsområdet, nämligen kring källan vid Ö. Skomakareängen samt kring en källa på Flakatjälens nordöstra sluttning, strax utanför det kartlagda området. Bägge dessa förekomster äro till arealen mycket obetydliga.

Trädskiktet bildas huvudsakligen av gran, varjämte även ingå lövträd, såsom björk (*Betula pubescens*), asp, rönn och gråal. Buskar förekomma ganska talrikt. Särskilt märkas *Salix* arter, såsom *Salix aurita, S. depressa, S. myrtilloides* och *S. nigricans*. Ört- och gräsvegetationen är mycket riklig. I denna ingår en mängd olika arter, som alla förekomma enstaka till spridda endast på smärre fläckar rikligt. Ris finnas sparsamt till rikligt. Mosstäcket bildas av en mer och mindre mosaikartad blandning av *Astrophylla, Hylocomia, Sphærocephalus palustris, Sphagnum Russowii*.

Equisetum silvaticum- och klotstarr-rika gransumpskogar finnas inom undersökningsområdet endast på försöksfältet, där de för övrigt blott uppta små ytor. — Av brist på anteckningar måste jag avstå från beskrivningar av dessa typer.

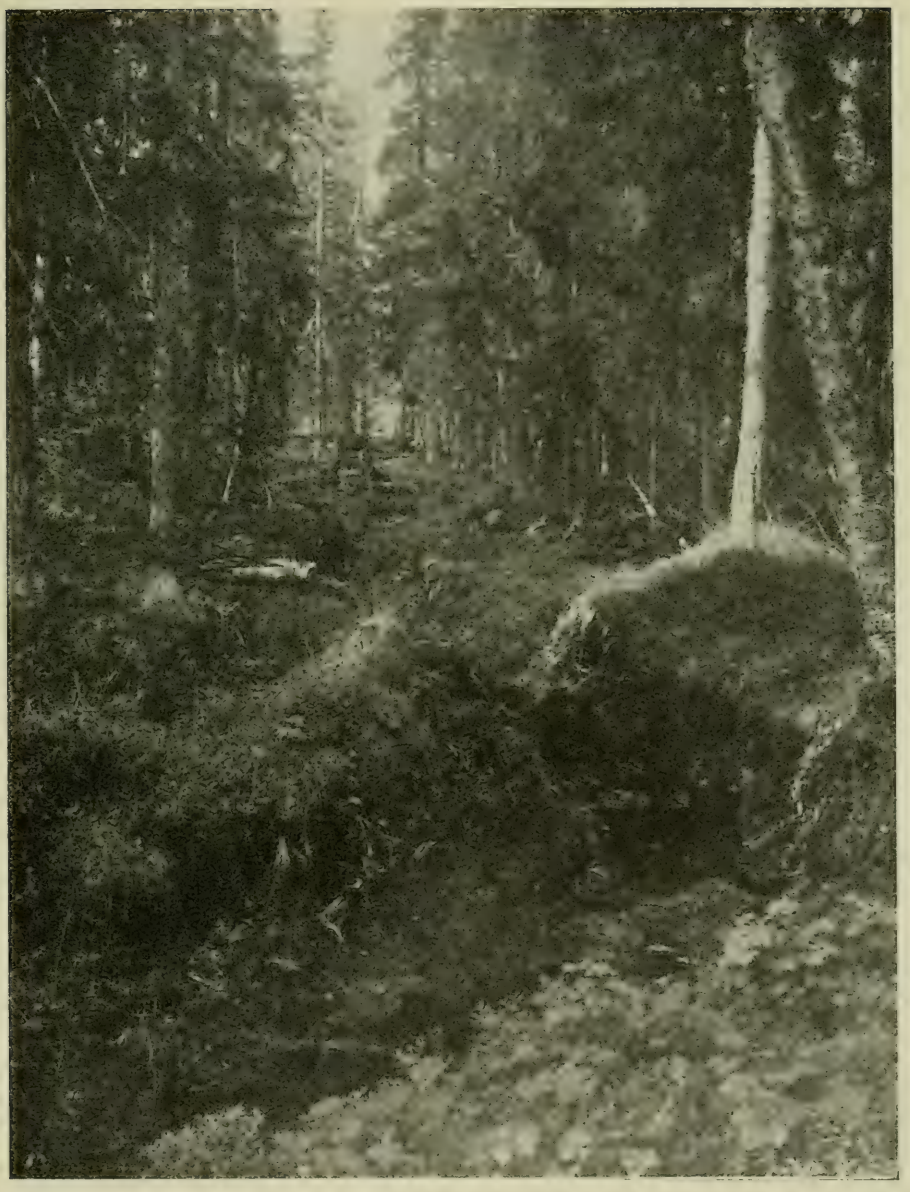
Blåbärs-rik gransumpskog. (Tab. 7: 6—8.) Inom de till denna sociotyp hörande samhällena träffas tätt slutna bestånd av ymnig gran, i vilka ofta enstaka björkar och rönnar ingå. Granarna äro höga och växtliga (se fig. 22). Deras höjd uppgår vanligen till 18 m; stundom till 20 m. Fältskikten uppbyggas främst av blåbär, klotstarr och lingon. Vidare förekomma enstaka till tunnsådda gräs, ormbunkar och örter, såsom *Deschampsia flexuosa, Dryopteris Linnæana, D. Phegopteris, Listera cordata, Melampyrum silvaticum, Trientalis europæa*. Som verkliga karaktärsväxter ingå även *Linnæa borealis* och *Lycopodium annotinum*. — Bottenskiktet uppbygges av *Polytrichum commune, Sphagnum Russowii, S. Girgensohnii, Ptilium, Hylocomia* och *Dicrana*. Vitmossornas frekvens varierar mycket — från enstaka till riklig. Inom glesare partier av sumpskogen förhärskar *Sphagnum Russowii*, inom mera fullslutna och kring bäckar *S. Girgensohnii*. Vanligen uppträda vitmossorna fläckvis.

Den blåbärsrika gransumpskogen är Degerö stormyrs viktigaste sumpskogstyp. Den uppträder allmänt på Kåtaåsen. Vidare träffas vackra blåbärsrika gransumpskogar norr om Borstmyren på ömse sidor om Kåtatjärnsbäcken samt på försöksfältet. I uppträdandet är denna sumpskogstyp främst bunden till starkt sluttande marker och vilkas torvlager ha en mäktighet av en decimeter till ett par meter.

C. De öppna vattnens växtsamhällen.

De öppna vattnens växtsamhällen spela en underordnad roll i Degerö stormyrs vegetation. I de små 20—100 m² stora tjärnar, som till ett antal av 10 stycken träffas inom myrkomplexet, är vattenvegetationen till den grad torftig och obetydlig, att högre växter fullständigt saknas, om man undantar *Nuphar luteum*, som stundom förekommer.

I Storkåtatjärnen, områdets största sjö, är vattenfloran rikare. Utmed stränderna av denna sjö träffas täta »vassar» av växlande bredd (50—100 m), bestående av ytterst *Equisetum limosum*-samhällen och därinnanför *Carex*



Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 22. Blåbärsrik gransumpskog. — Omkring Slukbäcken c:a 200 m SV om Storkåtatjärnen. Tät, växtlig granskog på djup torv. I förgrunden synas blåbär (*Vaccinium myrtillus*) och hjortron (*Rubus chamæmorus*).

Heidelbeerreicher Fichtensumpfwald bei Slukbäcken, etwa 200 m SW von Storkåtatjärnen. Dichter, gutwüchsiger Fichtenwald auf mächtigem Torf.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 23. Utsikt över Storkåtatjärnen, från tjärnens nordöstra sida.
Ausblick über Storkåtatjärnen, von der NO-Seite des Sees aus.

rostrata-samhällen. (Se vegetationskartan över myren.) Utanför dessa vassar komma en hel del flytblads- och submersa växter, såsom *Callitriche verna*, *Hippuris vulgaris*, *Nuphar luteum*, *Nymphæa candida*, *Potamogeton alpinus*, *P. natans* och *Sparganium affine*. Särskilt talrikt uppträda dessa växter i smala sund och lugna vikar. Näckros- och nateblad kunna där fläckvis formligen täcka vattenytan. Djupet på vilket flytbladsväxterna uppträda är cirka 1,5 meter.

Equisetum limosum- och *Carex rostrata*-samhällena bestå oftast uteslutande av den art efter vilka samhällena erhållit sina namn. Endast mera i undantagsfall förekomma i fräkensamhället enstaka individ av *Carex rostrata* och *Nuphar luteum* samt i starrsamhället *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsiflora* samt brun- och vitmossor, såsom *Amblystegium fluitans*, *Sphagnum Dusenii* och *S. Lindbergii*. *Carex rostrata* blir i Storkåtatjärnen mycket högvuxen och frodig. Dess stammar och blad få mörkgrön färg. Den blir även alltid rikligt fruktificerande. I Storkåtatjärnens norra del uppträder *Phragmites communis* i smärre, tämligen rena bestånd.

Bäckarnas vegetation är mycket fattig. Av högre växter träffas vanligen endast *Carex rostrata*, vilken i bäckarna blir vacker och högväxt som i Storkåtatjärnen.

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto av H. Hesselman 1918.

Fig. 24. Parti av Kåtatjärnsbäcken. · Å bilden synas missne (*Calla palustris*) och topplösa (*Naumburgia thyrsiflora*). — Teil des Bachs Kåtatjärnsbäcken.

Endast inom Kåtatjärnsbäcken är floran något rikare. Där växa förutom *Carex rostrata: Calla palustris*, *Naumburgia thyrsiflora* och *Nuphar luteum*.

D. Myrmarksväxtsamhällenas utbredningstendenser och successioner i nutiden.

Vid studiet av förändringarna inom torvmarkernas vegetation kan man beträda tvenne olika forskningsvägar. Den ena är direkta fältobservationer under en längre följd av år.. Den andra är paleontologisk analys av de lager, som uppbygga torvmarkerna. Självfallet ha båda dessa vägar sina för- och nackdelar. Den första metoden, vilken är den skarpaste, är i regel oanvändbar på grund av vegetationsförändringarnas långsamma förlopp. Den andra är den bekvämaste (och därför även den oftast använda), men behäftad med åtskilliga felkällor. Dessa felkällor sammanhänga med att den paleontologiska analysen av torvbildningarna aldrig kan bli så fullständig, att den omedelbart ger ett adekvat uttryck för den floristiska sammansättningen hos de växtsam-

hällen, som givit upphov till torvslagen. Vissa växter ha en sådan byggnad, att de bli till oigenkännelighet destruerade, då de förtorvas. Ofta inträffar vidare, att växter, vilka i modersamhället spelat en underordnad roll, på grund av stor motståndskraft gentemot de nedbrytande agentierna vid torvanalysen få sken av att ha utgjort en av samhällets huvudkonstituenter. Även ingår i torvbildningarna ett stort antal främmande beståndsdelar, vilka ditförts med exempelvis vatten eller vind.

I detta kapitel kommer en redogörelse att lämnas för nutida naturliga vegetationsförändringar inom Degerö stormyr, konstaterade genom direkta fältobservationer. Framställningen baseras därvid dels på egna 10-åriga observationer, dels på upplysningar, som erhållits från ortsbefolkningen.

En sammanställning av allt material för belysandet av vegetationsförändringarna på Degerö stormyr visar, att dessa i stort sett varit anmärkningsvärt små under det senaste halvseklet. Flertalet växtsamhällen hava under denna tidrymd hållit sig i det närmaste oförändrade. Endast tjärnarnas associationer göra härifrån ett undantag. Dessa uppvisa i några fall ganska påtagliga successioner och ökad utbredning. Tydligast framträda förändringarna hos Nävertjärnen, Grantjärnen och Stortjärnen. Dessa hava minskat i storlek genom igenväxning.

För att i detalj studera rismosse- oeh sumpskogssamhällenas förändringar och eventuella utbredningstendenser inom Degerö stormyr utfördes somrarna 1909 och 1913 på professor H. HESSELMAN's initiativ och under hans ledning en detaljerad kartläggning i stor skala av försöksfältets rismosse- och sumpskogsassociationer. Härvid nedslogos samtidigt för associationsgränsernas säkra identifiering vid en kommande revision långa träpinnar med lämpliga mellanrum på gränslinjerna. Vid en närmare granskning av dessa associationsgränser sistlidna sommar visade det sig att begränsningslinjerna för associationerna voro så gott som fullständigt oförändrade. — (Möjligen skulle vissa invändningar kunna göras mot detta exempels beviskraft alldenstund försöksfältet sedan 1915 varit utsatt för dikning. Dessa invändningar äro dock synbarligen betydelselösa. Dikningen har varit så ofullständig, att den ej ändrat de ursprungliga vattenstånds- och fuktighetsförhållandena i marken.)

Uppgifter lämnade av ortsbefolkningen ådagalägga även enstämmigt, att Degerö stormyrs rismossar och sumpskogar under hela senaste halvseklet knappast företett några som helst förändringar.

Beträffande cyperacé-mossarnas utbredningstendenser och successioner i nutiden äro förhållandena sådana, att inom de till tjärnar och bäckar lokaliserade associationerna utvecklingen förlöper raskt men inom övriga långsamt. *Menyanthes*-mossen övergår ofta på kort tid till *Carex limosa*-

mosse och denna i sin tur till *Scheuchzeria*-mosse. Denna utveckling har varit mycket lätt att följa särskilt inom Stortjärnen. Inom *Carex rostrata*- och tuvsävmossarna kunna stundom vissa successionstendenser spåras, ehuru dessa samhällen dock oftast förete en påfallande stabilitet. På Kläppmyren finnas sålunda exempel på, att smärre partier, vilka tidigare upptagits av *Carex rostrata*-mosse, under de senaste 50 åren utvecklats till tuvsävmosse. Förmodligen har under samma tidrymd också på vissa håll en utveckling ägt rum från tuvsävmosse till tuvdunmosse, ehuru säkra uppgifter härom saknas. — Självfallet äro förutsättningarna för att av ortsbefolkningen erhålla upplysningar om vegetationsförändringar vida mindre, då man har att göra med växtsamhällen, inom vilka för slåtter användbara örter och gräs saknas, än sådana där dylika finnas.

Kärren hava i stort sett hållit sig tämligen oförändrade. Som ett bevis på kärrassociationernas stabilitet inom Degerö stormyr kan nämnas, att samma av kärrsamhällen upptagna områden, vilka nyttjats för slåtter sedan början av 1800-talet, än i dag lämna en tämligen god avkastning. Ett undantag härifrån gör dock i viss mån *Carex limosa-C. rostrata*-dykärret på Östra Skomakareängen. Detta har under de senaste decennierna inom vissa delar övergått till tuvsävmosse. Även har samhället enligt flera personers utsago förändrats med hänsyn till de ingående halvgräsens och örternas frodvuxenhet. Så t. ex. uppträdde förr *Menyanthes* därstädes i stora, kraftiga individ. Denna växt återfinnes nu endast i små och förkrympta exemplar.

E. Spridda ekologiska studier över växtsamhällena.

I anslutning till vegetationsstudierna inom Degerö stormyr hava en del undersökningar utförts över markbeskaffenheten inom ståndorter för olika myrväxtsamhällen. Vi vilja här nedan övergå till redogörelser för dessa undersökningar jämte en ekologisk diskussion av analysresultaten.

Markens halt av lösta mineraliska ämnen (markvätskans elektrolythalt). För bestämning av elektrolythalten hos vattnet inom ståndorter för olika växtsamhällen hava analyserats 37 stycken vattenprov. Av dessa hava dock endast två analyserats mera fullständigt. I de övriga har endast bestämts:

a) mängden per liter upplösta organiska ämnen
b) » » » » oorganiska »
c) » » » » Ca och Cl

Samtliga analyser hava utförts av D:r NAIMA SAHLBOM.

Rörande resultaten av de ofullständiga analyserna, se vidstående tabell 8.

Tab. 8. **Lösta mineraliska ämnen i vatten från Degerö stormyr.**
Gelöste Mineralstoffe in Wasser aus Degerö Stormyr.

Insamlingsställe Ort der Probenahme	Växtsamhälle Soziotypus	Vattenslag och djupet på vilket provet insamlats Lage zur oder Tiefe unter der Oberfläche cm	Mängden lösta ämnen i milligram per liter Gelöste Stoffe in mg pro l Totala mängden oorg.ämn. Summe anorg.	CaO	Cl
Storkåtatjärnen		Sjövatten (Teichwasser) 30	24,2	3,2	5,1
Nävertjärnen		40	22,4	2,8	3,4
Kåtatjärnsbäcken (vid dammbordet)		20	19,8	3,0	3,0
» » (nära Flakatjälsmyren)		15	24,9	3,0	4,4
Slukbäcken (nära utflödet i Storkåtatjärnen)		10	17,9	2,3	3,0
Vargstubäcken (bäckens början)		20	18,8	2,0	3,5
» » »		20	22,1	2,5	3,8
Stora avloppsdiket genom försöksfältet		Dikesvatten (Abflussgrabenwasser)	22,8	2,2	4,1
Källa på Ö. Skomakareängen		Källvatten (Quellwasser)	37,8	5,0	4,0
» » » »			26,8	3,3	3,7
» » Kåtaåsen p. 122			27,6	4,6	3,0
» » » » 138	*Sphagnum Warnstorfii*-m.		22,8	2,8	3,3
Kläppmyren	*Carex limosa*-dykärr	Myrvatten (Moorwasser) ytvatten	10,2	1,3	5,8
Fredagsängen nära br. 17	*Carex limosa- C. rostrata*-m.	30	26,2	1,7	6,7
»	» » » » »	ytvatten	18,6	1,6	4,4
Källängen	» » » » »	»	20,8	1,7	3,2
Hässjeängen	*Carex rostrata-Amblystegium*-kärr	30	43,2	4,7	4,6
»	*Carex rostrata-Amblystegium* kärr	ytvatten	12,1	3,0	2,9
Största tjärnen på Storlundsmyren	*Menyanthes*-mosse	»	9,2	1,1	2,5
Flarken utanför skogskojan vid försöksfältet	*Scheuchzeria*-mosse	10	10,0	2,4	5,1
Kronmyren	*Carex rostrata*-mosse	30	20,2	2,8	6,7
Storlund-myren	» » »	30	18,2	2,4	9,4
»	» » »	30	19,8	1,7	4,2
Kronmyren	*Scirpus austriacus*-mosse	20	26,0	4,8	8,1
Kläppmyren n. br. 13	» » »	ytvatten	10,4	1,9	4,6
» » » »	» » »	30	20,0	2,3	8,9
50 m V om Fredagsängen	» » »	30	20,2	2,6	9,6
Kronmyren	*Eriophorum vaginatum*-m.	30	16,2	2,1	4,2
Kläppmyren n. br. 12	» » »	30	13,6	1,9	5,0
» » » »	» » »	30	13,2	2,0	3,0
Storlundsmyren	Trädbev. *Calluna*-mosse	30	19,6	2,4	5,0
4 m Ö om Källängen	» » »	30	33,0	4,3	10,8
Kronmyren	» *Andromeda*-mosse	30	13,2	1,6	3,3
Storlundsmyren	» *Russowii*-rismosse	30	24,0	2,5	7,2
Försöksfältet	» » »	30	18,0	6,0	4,4
Nära Vargstubäcken	Blåbärsrik gransumpskog	10	23,2	1,8	3,6
Mellan Storlunds- och Kläppmyrarna	Hjortronrik »	30	45,0	3,7	10,0

Erklärungen zur Tabelle 8: *Kolonne 1:* tjärn = Teich; bäck = Bach; källa = Quelle; mosse, myr = Moor; *Kolonne 2:* blåbärsrik = heidelbeerreich; hjortronrik = *Rubus chamæmorus*-reich; gransumpskog = Fichtensumpfwald; *Kolonne 3:* ytvatten = Oberflächenwasser.

De mera fullständiga analyserna hava utförts på vatten från källan på Ö. Skomakareängen och från Vargstubäckens början. Avsikten med dessa båda analyser har varit att belysa det till myren tillrinnande och det därifrån avrinnande vattnets sammansättning.

	Källan på (Quelle auf) Ö Skomakareängen		Vargstubäcken	
Totala mängden lösta ämnen Gesamtmenge gelöster Stoffe	55,8	mg per (pro) liter	85,7	mg per (pro) liter
Organiska ämnen (glödförlust). Organische Stoffe	29,0	»	63,6	»
Oorganiska ämnen Anorganische Stoffe	26,8	»	22,1	»
SiO_2	8,0	mg per (pro) liter	3,4	mg per (pro) liter
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	2,4	»	5,4	»
Ca O	3,3	»	2,5	»
Mg O	—		—	
K_2O	1,2	»	0,8	»
Na_2O	4,1	»	3,2	»
Cl	3,7	»	3,8	»
SO_3	3,4	»	0,7	»
P_2O_5	—		—	
S:a	26,1	mg.	19,8	mg.

Direkt framgår av här meddelade analyssiffror, att elektrolythalten hos Degerö stormyrs vatten är synnerligen låg. Vidare tyckas siffrorna ge vid handen, att några mera generella skillnader i markvätskans elektrolythalt ej föreligga mellan partier, upptagna av kärr, sumpskogar, cyperacé- och rismossar.

Vattnets syrehalt inom ståndorter för olika växtsamhällen. Mina undersökningar över markvattnets syrehalt inom Degerö stormyr utgöra i viss mån en upprepning av H. HESSELMANS år 1910 publicerade. Avsikten med dessa undersökningar har närmast varit att inom Degerö stormyr samla ett större observationsmaterial över syrehalten i vattnet från i växtsociologiskt hänseende väl karaktäriserade platser, för att härigenom belysa denna viktiga ekologiska faktors variation och ge en bakgrund åt vissa i följande kapitel diskuterade pedologiska frågor.

Vid bestämmandet av syrehalten i vattenprov från Degerö stormyr har jag i likhet med H. HESSELMAN använt den av L. W. WINKLER utarbetade titreringsmetoden på i vatten löst syre. Rörande denna metod och dess praktiska tillämpning se H. HESSELMAN 1910, s. 93—96.

Analyserna hava utförts på 150 cm^3 stora prov, vilka insamlats på följande sätt: Vattenprov ur sjöarna upphämtades med tillhjälp av en av mig konstruerad provtagningsapparat. Proven på grundvatten ur myrmarkerna insamlades dels i nyupptagna gropar genom nedsänkning

Tab. 9. **Syrehalten hos vattnet i tjärnar, bäckar och diken.**
Sauerstoffgehalt des Wassers in Teichen, Bächen und Abflussgräben.

Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Lokal Lokalität	Djupet på vilket provet insamlats Tiefe unter der Oberfläche	Temperatur hos vattnet Temperatur des Wassers	Syre per liter vatten O_2 pro l	Syrehalten hos med luft mättat vatten[1]) Sauerstoffgehalt des mit Luft gesättigten Wassers	Syrebrist Sauerstoffmangel
		cm	°C.	cm^3	cm^3/l	cm^3/l
$^{6}/_{10}$ 19	Grantjärnen	0	8	4,42	8,04	3,62
		10	8	3,30	8,04	4,74
		30	8	3,47	8,04	4,57
		50	8	3,02	8,04	5,02
		70	8	3,03	8,04	5,01
		100	8	2,24	8,04	5,80
		200	8	0	8,04	8,04
$^{20}/_{6}$ 22	Grantjärnen	0	—	4,70	—	—
		50	—	4,33	—	—
		100	—	3,53	—	—
		150	—	2,29	—	—
		200	—	1,12	—	—
$^{6}/_{10}$ 19	Nävertjärnen	0	7	5,60	8,25	2,65
		10	7	5,71	8,25	2,54
		30	7	5,60	8,25	2,65
		70	7	5,04	8,25	3,21
		100	7	5,60	8,25	2,65
		200 (botten)	7	5,04	8,25	3,21
$^{9}/_{10}$ 19	Storkåtatjärnen	0	2	6,12	9,38	3,26
		10	2	6,38	9,38	3,00
		30	2	4,81	9,38	4,57
		50	2	6,38	9,38	3,00
		70 (botten)	2	2,24	9,38	7,14
$^{20}/_{6}$ 22	Stortjärnen	100	14	4,48	7,00	2,52
		200	14	4,48	7,00	2,52
		250 (botten)	13	2,24	7,16	4,92
$^{3}/_{10}$ 19	Storlundsbäcken, bäckens början	—	7	0	8,25	8,25
	Storlundsbäcken, bäckens mellersta lopp (nära br. 5	—	7	0,22	8,25	8,03
	Storlundsbäcken, bäckens slut	—	7	0,78	8,25	7,47

$^{9}/_{10}$ 19	Slukbäcken 15 m från utflödet i Storkåtatjärnen	—	2	6,61	9,38	2,77
$^{24}/_{9}$ 19	Vargstubäcken (bäckens början)	—	7	0,45	8,25	7,80
$^{16}/_{10}$ 19	Stora avloppsdiket gn försöksfältet, dikets början (nära br. 1)	—	1	1,68	9,64	7,96
	» » » » 100 m från föregående	—	1	5,65	9,64	3,99
	» » » » 225 » » »	—	1	6,77	9,64	2,87
	» » » » c:a 1 000 » » »	—	1	8,23	9,64	1,41

[1]) Vid 740 mm barometertryck.

Tab. 10. **Syrehalten i vattnet i källor.**
Sauerstoffgehalt des Wassers in Quellen.

Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Lokal Lokalität	Temperatur hos vattnet Temperatur des Wassers °C.	Syre per liter vatten O_2 pro l cm³	Syrehalten hos med luft mättat vatten Sauerstoffgehalt des mit Luft gesättigten Wassers cm³/l	Syrebrist Sauerstoffmangel cm³/l
$^{10}/_{10}$ 21	Kulbäcksliden	5	7,56	8,45	0,89
$^{7}/_{10}$ 19	Kåtaåsen p. 138	6	7,84	8,34	0,50
	» p. 139	6	2,35	8,34	5,99
	» p. 122	5	5,93	8,45	2,52
$^{7}/_{10}$ 19	Ö. Skomakareängen	5	0,28	8,45	8,17
$^{9}/_{10}$ 19	200 m NO Getingmyren	5	2,52	8,45	5,93

av analysflaskorna och dels genom direkt uppsugning medelst glaspipetter. Sugningen med glaspipetter utfördes med en ytterlig omsorg. Endast små vattenkvantiteter uppsögos på samma ställe. Härigenom begränsades den av sugningen framkallade omröringen av vatten från olika skikt till ett minimum. — Proven på det kapillärt bundna vattnet erhöllos genom pressning.

Syrehalten hos vattnet i tjärnar, bäckar och diken (Tab. 9). Talrika analyser hava visat, att de ytligare vattenskikten inom Degerö stormyrs tjärnar alltid äro rika på syre. Däremot avtar syrehalten vanligen mot djupet. Detta gör sig särskilt märkbart inom de minsta och djupaste tjärnarna. I den lilla Grantjärnen rådde sålunda, för att nämna ett exempel, den 6 okt. 1919 fullständig syrebrist på 2 meters djup, då samtidigt syrehalten i vattenprov insamlade närmare tjärnens yta var relativt stor. Inom Storkåtatjärnen och Nävertjärnen — Degerö stormyrs största sjöar — är syrehalten hos vattnet alltid ganska stor och växlar ej nämnvärt på olika djup.

Syrebristen i vattnet på större djup inom Degerö stormyrs småtjärnar förorsakas av vattnets stora humushalt och att vinden ej kan framkalla någon kraftigare omröring inom desamma. En stillastående vattenyta upptar syre mycket långsamt (jfr H. HESSELMAN 1910, s. 100, noten) och syrets diffusionshastighet i vatten är endast 1/10 000 av den i luften (L.-G. ROMELL 1922, s. 143). Rörelser i vattnet befordra syreabsorptionen i högsta grad, likaså påskyndas den av temperaturändringar.

Stora skillnader föreligga inom syrerika och syrefattiga sjöar med hänsyn till vegetationsförhållandena. De syrefattiga sjöarna ha alltid en synnerligen torftig växtlighet. Bottenrotad vegetation saknas. Däremot träffas nästan alltid gungflyvegetation. Inom de syrerika sjöarna åter, t. ex. Storkåtatjärnen, är vegetationen genomgående ganska frodig. Vi finna där såväl bottenrotad som gungflyvegetation.

Även faunan är synnerligen torftig inom Degerö stormyrs smärre, syrefattiga sjöar. Däremot är den relativt rik inom Storkåtatjärnen. I denna sjö förekommer bl. a. aborren *(Perca fluviatilis)* i en kort, mörkfärgad form.

Syrehalten hos vattnet i Degerö stormyrs bäckar växlar ganska mycket. Inom Kåtatjärnsbäcken är syrehalten konstant mycket hög. Detsamma gäller för Vargstubäcken, om man undantar dess översta delar. Det vatten, som Vargstubäcken mottager ur Storlundsmyren är fullständigt syrefritt. I bäckvattnet absorberas dock under framrinnandet tämligen hastigt syre. Detta gör, att Vargstubäcken redan efter några hundra meters lopp från Storlundsmyren har ett i det närmaste syremättat vatten. I Storlundsbäcken är syrehalten ringa. Denna bäck

mottager ävenledes endast syrefritt vatten från Kronmyren. På grund av bäckens obetydliga längd hinner bäckvattnet ej lösa några större syrekvantiteter före infiltrationen i Storlundsmyren.

Samma förhållanden beträffande syrehalten, som gälla för bäckarnas vatten, gälla även för dikenas. Dikena mottaga oftast ur myren endast syrefritt vatten. I detta absorberas tämligen hastigt syre, då vattnet kommer i direkt beröring med luften. Se det i tabell 9 meddelade exemplet från stora avloppsdiket genom försöksfältet.

Syrehalten i vattnet i källor (Tab. 10). Vattnet i Degerö stormyrs källor är alltid syrehaltigt. Syrehalten varierar dock ganska mycket. Måste källvattnet före utträdet passera torvlager berövas det alltid en del av sin ursprungliga syrehalt. (Belysande exempel på denna sak lämna analyserna från källorna invid Ö. Skomakareängen, Getingmyren och p. 139 på Kåtaåsen.) Däremot är syrehalten konstant synnerligen hög i källor, som rinna fram i kanten av moränmark och vilkas vatten ej i nämnvärd grad komma i beröring med torv.

Syrehalten i vattnet i kärr och flarkar (Tab. 11). Ytvattnet inom kärrens och flarkarnas ståndorter är i alla de fall, jag kunnat iaktta, synnerligen rikt på absorberat syre. Ytvattenprov från Fredags- och Källängarna hava vid analys ofta visat en i det närmaste full syremättning. Däremot råder fullständig syrebrist hos vatten, som upphämtas blott ett fåtal centimeter under markytan. Detta sistnämnda förhållande sammanhänger säkerligen med torvslagens ringa genomsläpplighet för vatten och stora halt av reducerande humusämnen. På grund av syrebristen i marken bli kärrtorvslagen i sitt naturliga läge ljusbruna. De mörkna dock hastigt vid syretillgång.

Syrehalten hos vattnet inom cyperacé- och rismossarnas ståndorter (Tab. 12). Genom talrika analyser på syrehalten i vattnet inom marker bevuxna med cyperacé- och rismossar har framgått, att fullständig syrebrist vanligen råder hos vatten i grundvattensläge och detta även i sådana fall, då vattenprovet hämtas blott ett fåtal centimeter under markytan. Det i tabell 12 från *Carex rostrata*-mossen på Kronmyren meddelade exemplet på syrehalt i grundvatten utgör sålunda ett undantag, som torde sammanhänga med, att marken å detta ställe är lucker. Även det kapillärt bundna vattnet inom ifrågavarande myrmarker visar vanligen ingen eller ringa syrehalt. Däremot har allt ytvatten, om sådant förekommer, stor syrehalt.

Den stora syrebristen i marken inom partier bevuxna med cyperacé- och rismossar liksom med kärrsamhällen ger sig omedelbart tillkänna genom den långsamhet varmed ändarna på träpålar, gärdesgårdsstörar etc., vilka äro nedstuckna i marken under grundvattensnivån, multna.

Tab. 11. **Syrehalten i vattnet i kärr och flarkar.**

Sauerstoffgehalt des Wassers in *Amblystegium*-Mooren, Dy-Sümpfen und Flarken.

Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Lokal Lokalität	Växtsamhälle Soziotypus	Vattenslag och djupet på vilket provet insamlats Lage zur oder Tiefe unter der Oberfläche cm	Temperatur hos vattnet Temperatur des Wassers °C.	Syre per liter vatten O_2 pro l cm³	Syrehalten hos med luft mättat vatten Sauerstoffgehalt des mit Luft gesättigten Wassers cm³/l	Syrebrist Sauerstoffmangel cm³/l
$^{26}/_{8}$ 19	Kläppmyren	*Carex limosa*-dykärr	ytvatten	14	6,10	7,00	0,90
$^{7}/_{10}$ 19	Källängen	*Carex rostrata-C. limosa*-dykärr	ytvatten	4	7,95	8,90	0,95
			gr. v. 4—6	6	0	8,34	8,34
$^{21}/_{6}$ 19	Fredagsängen	»	ytvatten	20	6,16	6,19	0,03
$^{7}/_{10}$ 19	Ö. Skomakarcängen	»	ytvatten	2	6,05	9,38	3,33
			gr. v. 10—12	6	0	8,34	8,34
$^{14}/_{10}$ 19	Hässjeängen	*Carex rostrata-Amblystegium exannulatum*-kärr	ytvatten	1	5,04	9,64	4,60
			gr. v. 2—4	1	0,17	9,64	9,47
			4—6	1	0	9,64	9,64
			6—8	1	0	9,64	9,64
$^{5}/_{10}$ 19	Kronmyren, nära br. 27	dyflark	ytvatten	8	4,48	8,04	3,56
			gr. v. 1—2	8	3,92	8,04	4,12
			4—6	8	0	8,04	8,04
			8—10	8	0	8,04	8,04
$^{15}/_{8}$ 19	Storlundsmyren	dyflark	ytvatten	16	4,76	6,71	1,95

Tab. 12. **Syrehalten hos vattnet i cyperacé- och rismossar.**
Sauerstoffgehalt des Wassers in Cyperaceen- und Zwergstrauchmooren.

Datum för provtagningen Tag der Probenahme	Lokal Lokalität	Växtsamhälle Soziotypus	Vattenslag och djupet på vilket provet insamlats Lage zur Oberfläche cm	Temperatur hos vattnet Temperatur des Wassers °C	Syre per liter vatten O_2 pro l cm³	Syrehalten hos med luft mättat vatten Sauerstoffgehalt des mit Luft gesättigsten Wassers cm³/l	Syrebrist Sauerstoffmangel cm³/l
$^{26}/_{8}$ 19	Storlundsmyren (största tjärnen)	öppet vatten	ytskiktsvatten	15	6,82	6,86	0,04
	»	*Menyanthes*-mosse	»	15	6,27	6,86	0,59
	»	*Scheuchzeria*-mosse	gr. v. ur 8 cm djup grop	12	0	7,32	7,32
$^{13}/_{10}$ 19	Kronmyren	*Carex rostrata*-mosse	ytvatten	4	7,28	8,90	1,62
			gr. v. 1—2	4	4,76	8,90	4,14
			4—5	4	2,24	8,90	6,66
			8—10	4	0,17	8,90	8,73
$^{26}/_{8}$ 19	Storlundsmyren	*Carex rostrata*-mosse	v. ur 20 cm djup grop	10	0	7,66	7,66
$^{3}/_{10}$ 19	Storlundsbäcken nära br. 5	Trädbev. *Carex rostrata*-mosse	ytvatten	7	6,94	8,25	1,31
			gr. v. 8—10	6	0	8,34	8,34
$^{14}/_{10}$ 19	Kronmyren	*Scirpus austriacus*-mosse	ytvatten	2	3,53	9,38	5,85
			gr. v. 2—4	2	0,56	9,38	8,82
			4—6	2	0	9,38	9,38
$^{26}/_{8}$ 19	Kläppmyren nära br. 13	»	v. ur 10 cm djup nyupptagen grop	11	0	7,48	7,48
$^{21}/_{6}$ 19	Storlundsmyren nära br. 7	*Eriophorum vaginatum*-mosse	v. ur 10 cm djup nygrävd grop	10	0	7,66	7,66
$^{15}/_{8}$ 19	Storlundsmyren mellan br. 2—br. 3	»	v. ur 10 cm djup nygrävd grop	12	0	7,32	7,32
$^{14}/_{10}$ 19	Kronmyren	Trädbev. *Andromeda*-mosse	kap. v. 0—2	2	0	9,38	9,38
			2—4	2	0	9,38	9,38
$^{15}/_{8}$ 19	Storlundsmyren nära br. 1	Trädbev. *Calluna*-mosse	v. ur 10 cm djup nygrävd grop	9	0	7,85	7,85
$^{26}/_{8}$ 19	»	»	v. ur 25 cm djup gammal grop	8	1,0	8,04	7,04
$^{15}/_{8}$ 19	Storlundsmyren	Trädbev. *Russowii*-rism.	v. ur 18 cm djup nygrävd grop	7	0	8,25	8,25
$^{15}/_{8}$ 19	Kronmyren	»	v. ur 20 cm djup nygrävd grop	7	0	8,25	8,25
$^{5}/_{10}$ 19	Försöksfältet	»	v. ur 20 cm djup nygrävd grop	6	0	8,34	8,34
	»	»	v. ur 10 cm djup gammal grop	6	0	8,34	8,34

Förklaringar till tabellerna 11 och 12.
Erklärungen zu den Tabellen 11 und 12.

gr. v. = grundvatten = Grundwasser.
kap. v. = kapillärt bundet vatten = kapillar gebundenes Wasser.
v. = vatten = Wasser.

Ofta te sig dessa alldeles oförändrade, även om pålarna varit utsatta över hundra år, och pålarnas överdelar sedan länge äro bortmultnade.

Resultaten av undersökningarna över syrehalten i vattnet inom Degerö stormyr kunna sammanfattas i följande huvudpunkter:[1]

1) Vatten, som står i direkt beröring med luften, innehåller vanligen en viss mängd syre absorberad. Denna växlar dock ganska mycket beroende på beröringsytans storlek, vattenrörelser, mängden reducerande humusämnen etc.
2) Fullständig eller i det närmaste fullständig syrebrist råder hos sådant vatten, som har grundvattensläge och detta t. o. m. i de fall grundvattensnivån är belägen endast ett fåtal centimeter under markytan.

Vattenståndet i marken. Observationerna över vattenståndet i marken inom olika delar av Degerö stormyr hava utförts dels i för ändamålet särskilt upptagna fasta brunnar och dels i tillfälligt uppborrade hål.

De fasta brunnarna hade följande konstruktion: Brunnarna grävdes 60 cm djupa och 50 × 50 cm breda. I dessa nedstuckos av fyra bräder hopslagna trätrummor, i vilka talrika hål borrats, så att vattnet fritt kunde strömma in i trummorna. Mellanrummet mellan gropens väggar och trätrumman fylldes med granris. För att hindra, att trätrummorna skulle rubbas ur sitt läge, fastspikades på desamma i markbrynet tvenne fyra meter långa stänger, vilkas ändar noga förankrades.

Brunnarnas antal var 1919 27 stycken, år 1920 32 stycken. Av dessa 32 brunnar lågo 2 inom dykärr, 1 i en flark, 23 inom cyperacé- och 6 inom rismossar. Brunnarnas lägen anges i detalj på vegetationskartan över myrkomplexet.

Vattenståndsmätningarna utfördes regelbundet en gång i veckan. År 1919 togo mätningarna sin början den 29 maj och avslutades den 23 oktober; år 1920 började observationerna först den 24 juni, men avslutades så sent som den 13 november, då alla delar av myren utom de med rismossar klädda voro islagda.

Vattenståndet i marken inom ståndorter för olika myrväxtsamhällen. Göra vi en sammanställning av samtliga inom Degerö stormyr gjorda observationer över vattenståndet i marken inom ståndorter för olika växt-

[1] Åt den ekologiska roll syrehalten i marken spelar för myrarnas vegetation har under senare år ägnats så många avhandlingar, att jag anser det onödigt att här närmare uppehålla mig vid densamma; detta ock så mycket mera som några nya synpunkter ej framkommit under mina inom Degerö stormyr utförda syreundersökningar. Den intresserade hänvisas i stället till L.-G. Romells sammanfattande arbete »Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor» i dessa Meddelanden 19 (1922).

samhällen, finna vi, att inom *kärrens* ståndorter vatten står över markytan större delen av vegetationsperioden. Inom *cyperacé- mossarna* träffas ävenledes ett högt vattenstånd. Vattnet stiger dock vanligen inom dessa endast vid häftig snösmältning eller kraftiga regn över markytan. Uträknat för resp. sociotyp var medelvattenståndet under åren 1919 och 1920 inom de av mig undersökta markerna bevuxna med cyperacémossar följande:

Sociotyp:	1919	1920
Carex limosa-mosse	2,2 cm u. markytan	5,4 cm u. markytan
Carex rostrata-mosse	2,3 » » »	6,0 » » »
Scirpus austriacus-mosse	2,8 » » »	6,0 » » »
Eriophorum vaginatum-mosse	4,3 » » »	6,8 » » »

Inom marker bevuxna med rismossar och sumpskogar träffas ett i jämförelse med föregående lägre vattenstånd. Inom dessa stiger vattnet *ej* (även efter mycket starka regn eller vid snösmältningen på våren) över markytan. Hos de av mig 1919 och 1920 undersökta rismosseståndorterna varierade medelvattenståndet från 10 till 40 cm under markytan. — Några bestämda skillnader i vattenståndet hos platser bevuxna med olika rismossesamhällen ha ej kunnat konstateras med det förhandenvarande observationsmaterialet. Sannolikt föreligga knappast några större sådana.

Över vattenståndsförhållandena inom några av de observerade brunnarna, se vidstående diagram fig. 25.

Diskussion av vattenståndets i marken betydelse för myrmarksväxtsamhällenas fördelning och successioner. Markfuktighetens stora betydelse för myrväxtsamhällenas uppträdande och successioner har ofta med skärpa framhållits av forskare, som studerat de biologiska förhållandena hos torvmarkernas vegetation.

Äger utveckling rum inom myrarnas vegetation på sådant sätt, att mindre fuktighetsälskande associationer efterträda mera fuktighetsälskande, säges utvecklingen gå i progressiv riktning. Förlöper utvecklingen däremot i motsatt riktning kallas den regressiv (se A. NILSSON 1899, s. 123).

Med hänsyn till olika till sumpmarkernas vegetation hörande växters förmåga att anpassa sig efter växlingar i vattenståndet visa sig fanerogamerna vanligen besitta den största ackommodationsförmågan. De visa till och med stundom en överraskande plasticitet och förmåga att ändra sin morfologiska byggnad efter inträdda ändringar i ståndortens vattenbalans. Rörande denna fråga se H. GLÜCK's sammanfattande arbete »Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und

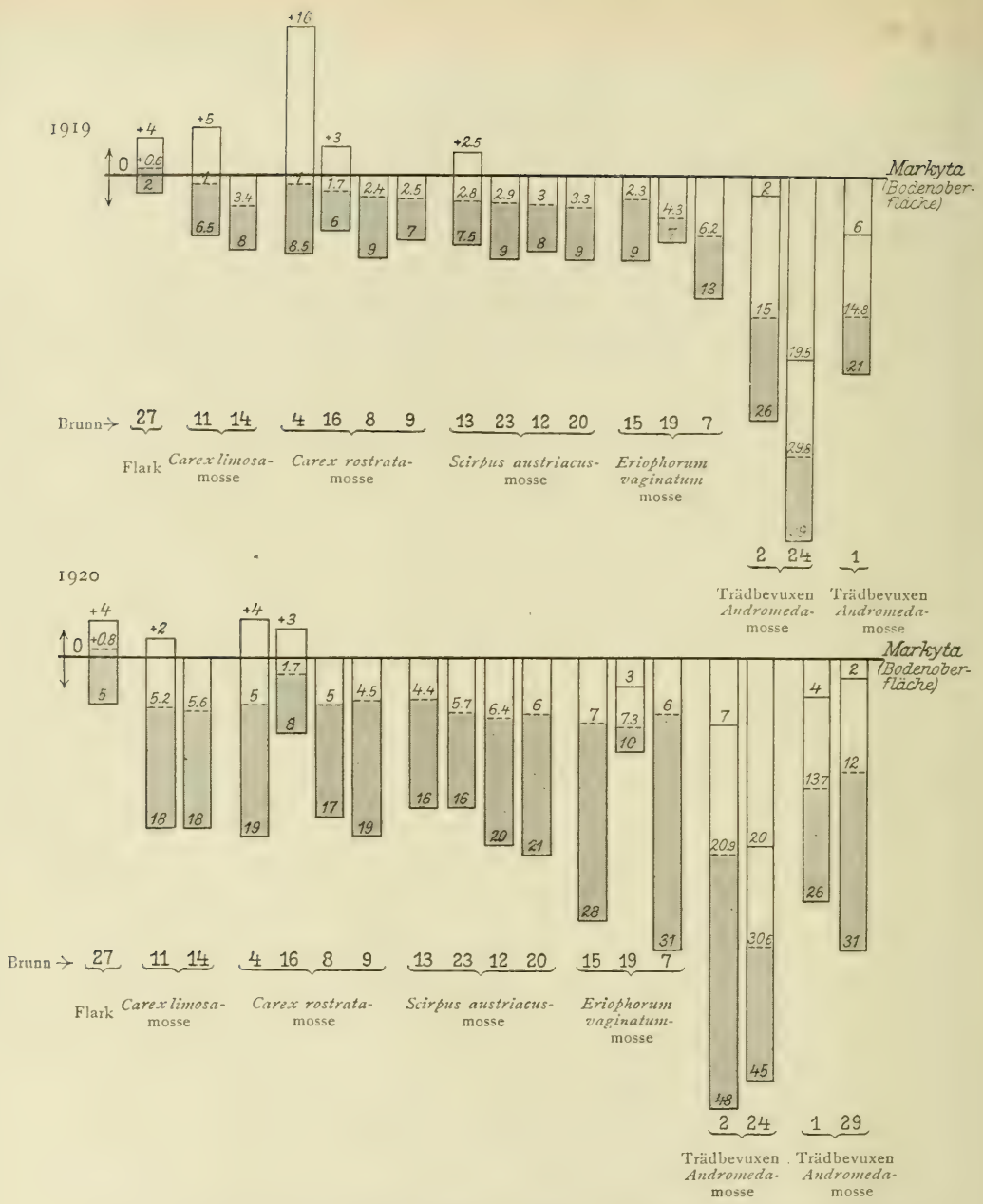


Fig. 25. Vattenståndsobservationer under vegetationsperioderna åren 1919—1920 från brunnar inom ståndorter för olika myrväxtsamhällen. Den översta begränsningslinjen på varje stapel betecknar högsta vattenståndet, den brutna linjen medelvattenståndet och den understa begränsningslinjen lägsta vattenståndet under vegetationsperioden inom resp brunn. Vattenståndet anges i centimeter över (+) eller under markytan. Exempel: Inom brunnen 4, som ligger inom ett område beväxt med Carex rostrata-mosse, stod vattenytan 1919 vid högsta vattenstånd 16 cm över markytan, vid lägsta vattenstånd 8,5 cm under markytan. Medelvattenståndet under vegetationsperioden var 1 cm under markytan.

Wasserstandbeobachtungen in Brunnen innerhalb verschiedener Standorte während der Vegetationsperiode 1919 bezw. 1920. Die obere Begrenzungslinie jeder Kolonne gibt den höchsten, die untere den tiefsten beobachteten Wasserstand an. Die gestrichelte Linie zeigt den durchschnittlichen Wasserstand während der Beobachtungsperiode. Die Ziffern bedeuten cm über (+) bezw. unter der Bodenoberfläche.

Sumpfgewächse. — Jena 1905—11». Däremot hava vitmossorna vanligen mycket specifika krav på fuktigheten och vattenståndet i marken (se E. MELIN 1917, s. 8 och särskilt C. OLSEN 1920, s. 31).

För att närmare studera skilda associationers tillpassning för olika vattenstånd i marken igångsatte jag i slutet av maj 1919 följande experiment: Partier av en association flyttades från sin naturliga ståndort till annan, vilken utmärktes av helt andra vattenståndsförhållanden.

Denna överflyttning tillgick på sådant sätt, att torvstycken med 0,5 m^2:s yta och 30 cm:s höjd med ty åtföljande levande, till artsammansättningen noga kända växttäcke utsågades ur torvmarken. De utsågade styckena anbragtes på den nya platsen i jämnhöjd med markytan.

Föremål för dylika överflyttningar voro associationer tillhörande kärrens, cyperacé- och rismossarnas serier. En rismosseassociation av exempelvis *Andromeda-Sphagnum fuscum*-typ överfördes sålunda till platser med *Eriophorum vaginatum-Sphagnum balticum*-mosse eller med *Carex limosa- C. rostrata*-dykärr. Vidare överfördes kärrassociationer till ståndorter för cyperacé- och rismossar o. s. v.

Sommaren 1922, alltså något över 3 år efter försökets igångsättande, utfördes en ingående granskning av de transplanterade associationerna. Det visade sig då, att de i associationerna ingående cyperacéerna vanligen varit oberörda av överflyttningen. Tydliga reaktioner kunde däremot förmärkas hos risen, örterna samt framför allt hos flera vitmossor. Dvärgbjörken (*Betula nana*), odonriset (*Vaccinium uliginosum*) och hjortronörten (*Rubus chamæmorus*) visade tecken på vantrevnad, om de tvungits att växa på platser med högre vattenstånd i marken än deras normala ståndorters. *Sphagnum fuscum*-individ, som överförts till platser med högt vattenstånd, t. ex. till sådana, där kärr eller *Carex rostrata*-mosse normalt uppträda, hade antingen dött eller visade mycket nedsatta livsfunktioner. Genomgående visade sig vitmossorna känsliga för submersion, om man undantar vissa hygrofila arter, såsom *Sphagnum Dusenii* och *S. Lindbergii*. Dessa tålde i sin tur ej att växa på torrare ställen, t. ex. inom ståndorter för rismossar.

Beträffande de inom Degerö stormyr allmännast förekommande vitmossornas uppträdande i förhållande till vattenståndet i marken, finner man, att *Sphagnum Dusenii*, *S. Lindbergii*, *S. riparium* och *S. compactum* representera de mest fuktighetsälskande arterna. Sedan komma *Sphagnum apiculatum*, *S. papillosum*, *S. balticum* och *S. angustifolium* i nu nämnd ordning, samt slutligen *Sphagnum magellanicum*, *S. Russowii* och *S. fuscum*. Minst fuktighetsälskande är *Sphagnum acutifolium*.

Sedan länge har man i praktiken känt till vitmossornas oförmåga att uthärda långvarig vattendränkning. För att utrota vitmossor och ris från

myrslåttermarker och samtidigt åstadkomma en kraftigare utveckling av slåttergräsen brukar man därför i norra Sverige ofta en längre eller kortare tid av året sätta dessa marker under vatten genom särskilda dämnings- eller bevattningsanordningar. Se HÜLPHERS 1922, s. 43; HENNING 1895, s. 59; ANDERSSON & HESSELMAN 1907, s. 73; HELLSTRÖM 1917, s. 521. — För detta ändamål byggdes dammen i Storkåtatjärnens avlopp.

I sumpmarkväxternas och bland dem speciellt vitmossornas anpassning till fuktigheten och vattenståndet i marken hava vi sålunda med all sannolikhet en av de viktigaste orsakerna till olika cyperacé- och rismossars sammansättning och fördelning. Man får ock härigenom en möjlig förklaring till kärrens avsaknad av vitmossor. Denna skulle vara, att det under större delen av vegetationsperioden förefintliga ytvattnet omöjliggör vitmossornas kolonisation och trevnad.

I sumpmarkssamhällenas anpassning till vattenståndet i marken torde vi även ha att söka en av de viktigaste *biologiska* orsakerna till flarkars (»höljors» SERNANDER 1910) och strängars uppkomst, vilken åsikt jag i det följande vill närmare utveckla.

Om uppkomsten av flarkar och strängar. De vegetationslösa eller vegetationsfattiga, större delen av året vattenfyllda fläckar eller hålor på myrar, vilka i Norrland benämnas *flarkar* och i Finland *rimpis,* kunna vara bundna till kärrens, cyperacé- och rismossarnas ståndorter.

Undersöka vi torvens beskaffenhet inom flarkarna och deras underlag, visar det sig, att hos vissa träffas en tämligen homogen »starrtorv» från ytan och ända ned till bottnen. Inom andra träffas överst ett tunt (1—4 cm) lager av blöt, starkt destruerad dyhaltig torv, som i sin tur direkt underlagras av m. l. m. oförmultnad cyperacé-rik *Sphagnum*-torv. Denna torv har vanligen likadan sammansättning som den torv, som träffas under de ris- och cyperacé-mossar, vilka omge flarken. — Flarkar av sistnämnda slaget, d. v. s. sådana med ett ytlager av »destruktionstorv» vilande på svagt multnad torv, gå numera i den vetenskapliga litteraturen ofta under det av R. SERNANDER (1910, s. 26) införda namnet *höljor*. MELIN (1917, s. 155) kallar flarkar uppkomna från dykärr *primära flarkar* och flarkar uppkomna inom cyperacé- och rismossar *sekundära flarkar*.

Strängar äro huvudsakligen bundna till platser med kärr och cyperacémossar. Till sin byggnad uppvisa desamma en mångfald typer. Vissa bestå av rismossetorv, andra av cyperacémossetorv och en tredje av kärrtorv o. s v. Vissa strängar förekomma såsom *nybildningar* på en partiellt torrlagd yta. Andra äro *relikter* av ett kärr-, cyperacémosse- eller rismossesamhälle, som förut beklätt en större sammanhängande yta,

men vilket blivit fläckvis sprängt genom inträdda smärre lokala försumpningar.

I uppträdandet visa flarkar och strängar vanligen ett nära samband med varandra; och den misstanken ligger även nära, att en utvecklingshistorisk relation ofta förefinnes dem emellan. Med hänsyn till flarkarnas och strängarnas orientering märkes alltid en påfallande parallelism. Bägge löpa nästan konstant vinkelrätt mot markens lutningsriktning.

Då det gäller att förklara uppkomsten av flarkar och strängar, torde det vara nödvändigt att skilja mellan en biologisk och en mekanisk-morfologisk sida av problemet. Den biologiska skulle främst gälla sumpmarksväxternas större och mindre fuktighetskrav samt deras organografi, den mekanisk-morfologiska sättet på vilket ändringar i markfuktigheten etc. inträda.

Stora svårigheter möta oss att genom direkta fältobservationer följa flarkars och strängars bildning, enär flark- och strängbildningsprocesserna nästan generellt tyckas förlöpa mycket långsamt.

Då strängar och flarkar uppträda inom torvmarker med mycket växlande struktur, torde det kunna tagas för givet, att man ej kan hänföra bildningen av desamma till en och samma mekanisk-morfologiska process, utan flera tyckas härvidlag kunna vara verksamma, vilka dock ge samma resultat, nämligen lokal försumpning och lokal torrläggning.

Olika forskare, vilka studerat flarkars och strängars uppkomst, hava satt markfuktighetsökningar, vilka givit upphov till *flarkar*, i samband med följande förhållanden:

1) Vatten stagnerar i veck på torvmarksytan, vilka uppstått genom glidningar i torvmossen. Detta uppkomstsätt framhölls först av Andersson & Hesselman. De säga härom (1907, s. 73): »Torven torde i sluttningar, om ock i ringa mån, kunna råka i glidning, alldeles som flytjorden på fjällsluttningar. Denna om än obetydliga glidning har en liten terrassbildning till följd. På kanterna, som äro mest torra, komma starrmossar och slutligen rismossar till utbildning, på de inre mera fuktiga delarna, som ofta bestå av lösare material, uppstå våta starrmyrar och flarkar.»

2) Vatten stagnerar i slingorna av periodvis flödande rännilar. Dylika rännilar äro mycket vanliga inom med kärrsamhällen upptagna partier av norrländska myrar.

3) Vatten stagnerar inom partier, där torvens genomsläpplighet för vatten minskats. Detta uppkomstsätt beskrives först av Alb. Nilsson (1899, s. 123—125). Nilsson tänker sig flarkars (»höljors») uppkomst på följande sätt (citat ur Andersson & Hesselman 1907, s. 71—72):» Då rismossen nått den utveckling, att ytlagret höjt sig så mycket över grundvattnet, att ytan tidvis ligger torr, invandra mera torrhetsälskande mossor och lavar såsom *Cladonia silvatica* och *Hylocomium parietinum* på de torraste partierna. Vitmossorna dö och den av dem bildade torven multnar och sjunker ihop. Som torven är mycket litet vattengenomsläppande, bildas härigenom på rismossens yta små gölar,

vilka alltmer utbreda sig. Då denna process fortgått till ett visst stadium, infinna sig starrarterna. En sekundär starrmyrsformation uppstår och genomlöper därefter utvecklingen till rismosse, då samma process kan begynna igen.» Denna process har sedermera mycket ingående studerats av R. SERNANDER på syd- och mellansvenska högmossar (1910 b, s. 25). SERNANDER benämner flarkarnas (=»höljornas») sekundära igenväxning *regeneration*. Enligt SERNANDER bildar regenerationstorven huvudmassan av de mäktiga *Sphagnum*-torvlager, som träffas i högmossar.

4) Vattnet i en myr rinner mot ett lägre beläget parti, där det av någon anledning hejdas; en vattenståndshöjning inträder.

Som förklaring till uppkomsten av torrare partier, därur *strängar* kunna utvecklas, hava bl. a. följande teorier uppställts:

1) Strängar uppstå av eller på vid glidningar i torvmarker uppkomna terasser. Denna teori, som först framställdes av ANDERSSON & HESSELMAN 1907, har sedermera bekräftats av CAJANDER 1913, s. 75—77, L. von POST 1910, s. 24 samt framför allt av V. AUER 1920, s. 70. AUER skriver (l. c. s. 141): »Av det föregående torde framgå, att torvens glidning på ett eller annat sätt kan spela en viktig roll vid bildningen av strängar. Särskilt på hängmyrar, vilkas strängar i många avseenden äro anmärkningsvärda, är den genom tyngdkraften framkallade glidningen av torv av största betydelse såväl då strängar uppstå som nybildningar som när de äro relikter av en ursprunglig mosseyta. I sättet för denna glidning kan man urskilja olika former, såsom en glidning i översta torvlagret, en förflyttning framåt av de under ytan liggande torvsikten och en gemensam rutschning av torvmossen och underlaget. Vanligast är glidning av översta torvstiktet, och speciellt i detta fall tyckas strängar uppkomma på hängmyrar.»

2) A. TANTTU (1915, s. 17) har följande förslag: Vid vårflöden inträffa uppstaplingar på torvmarkens yta av lösa växtdelar i form av långa vallar, vilka få sin längdutsträckning vinkelrätt mot vattnets rörelseriktning. På dessa vallar invandra sedan mera torrhetsälskande växter (särskilt vitmossor) och ge upphov till strängar. Även E. MELIN (1917, s. 156) förklarar uppkomsten av strängar inom primärflarkar på detta sätt.

3) Strängar uppkomma genom att mindre fuktighetsälskande växter uppträda på och kring tuvbildande gräs och cyperaceer. Om de närmare detaljerna för detta uppkomstsätt lämnar H. RANCKEN (1911, s. 249) följande redogörelse: »Vid uppkomsten av strängar på kärrets yta spela utom de redan nämnda vitmossorna även ett par gräsartade växter en viktig roll, nämligen tuvsäven (*Scirpus austriacus*) och blåsenet (*Molinia coerulea*) — tuvdunet däremot har på de lappska torvmarkerna en mycket liten betydelse. Tuvsäven förekommer allmänt på kärren, dels bildande enstaka tuvor, dels i långa sammanhängande tuvrader, och påskyndar strängarnas uppkomst både genom att giva fotfäste åt vitmossorna och genom att sammanbinda de av dessa bildade tuvorna. Även blåsenet med sitt vitt förgrenade rotsystem bidrager, ofta i mycket hög grad, till att sammanbinda tuvorna till längre. I vilken mån dessa olika tuvbildare bidraga till strängarnas uppkomst är ännu rätt oklart, men rimligtvis sker detta på olika sätt, så att än den ena, än den andra av dem är av största betydelse. I många fall kan man iakttaga, huru tuvsäven till en början bildar strängarnas huvudstomme, på vilken vitmossorna finna fot-

fäste, medan blåsenet vanligen först senare infinner sig och täcker strängarnas krön. Det slutliga resultatet blir dock i det ena som i det andra fallet uppkomsten av mer eller mindre rena vitmossvallar med dvärgbjörk o. a. ris, med andra ord typiska strängar».

Se vidare V. AUER 1920, där en sammanfattande framställning lämnas över hela sträng- och flarkbildningsproblemet.

Degerö stormyrs flarkar och strängar. Degerö stormyrs flarkar och strängar tyckas av hittintills gjorda undersökningar till största delen vara ytliga nybildningar. Rismossesträngarna inom de stora strängkomplexen mellan Kron- och Klappmyrarna och väster om Nylandsmyren torde dock vara relikter från förut sammanhängande stora rismossar, vilka sprängts genom inträdda lokala försumpningar. Detsamma gäller även vissa på Fredags- och Lördagsängarna förekommande, av kärrsamhällen klädda strängar.

Flarkkomplexet på Kronmyren 180 m SSV om skogskojan vid försöksfältet (se fig. 12) utgör ett synnerligen vackert exempel på s. k. sekundära flarkar. Inom detsamma träffas ett tunt ytlager »flark- eller destruktionstorv» på en bädd av svagt multnad cyperacérik *Sphagnum*-torv. — Detta flarkkomplex har med största sannolikhet uppkommit på sådant sätt, att en lokal vattenståndshöjning ägt rum genom att det tillrinnande vattnet hejdats i sitt lopp. Som synes av kartan fig. 2 lutar Degerö stormyr mot norr, d. v. s. från Kåtaåsen mot den sida, där försöksfältet är beläget. På grund av denna lutning samlas därför efter nederbörd och vid snösmältning stora mängder vatten inom Kronmyrens norra del framför det ställe, där den högre belägna stranden börjar. Genom denna vattenansamling hava de vitmossor, som ingingo i den ursprungliga vegetationen, antingen dödats genom sin oförmåga att anpassa sig efter de nya fuktighetsförhållandena eller förträngts av massuppträdande levermossor (se MELIN, 1917, s. 157), vilka genom den stegrade markfuktigheten gynnats i utveckling.

På Kronmyren c:a 200 m SSO om Storlundsbäckens början (se fig. 26) samt på Storlundsmyren framför Vargstubäckens början träffas system av talrika flarkar eller *Carex limosa*- och *Scheuchzeria*-mossar. Dessa uppta smala fläckar, vilka ha långsidorna orienterade vinkelrätt mot respektive bäckar. — Uppkomsten av dessa flark- och mosseflackar stå av allt att döma i samband med lokala höjningar i vattenståndet framkallade av sättningar i mossytan. På myrar med ett löst *Sphagum*-gungfly, vilka avvattnas genom bäckar, kunna på grund av spänningsförhållandena i torvmarken vid starka vattenflöden eller stark uttorkning och liknande tillfällen lätt uppstå bristnings- eller veckzoner i gungflyt (se RÜSTER 1922). Dessa rämnor eller veck orienteras vinkelrätt mot den verkande kraftens

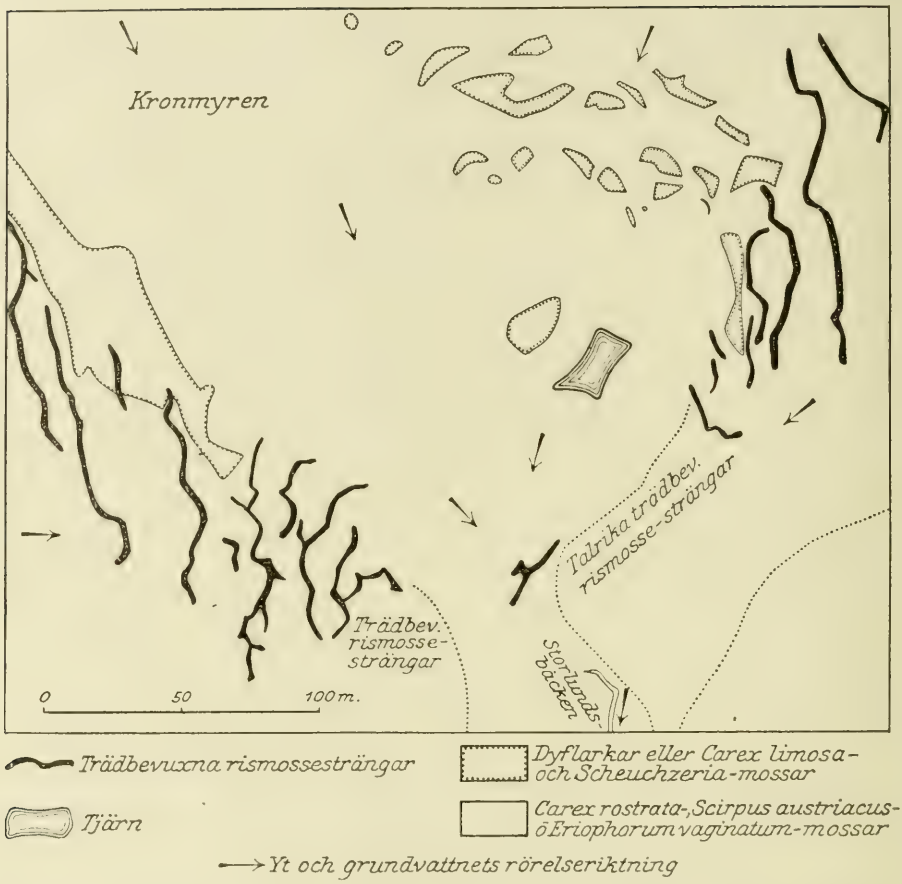


Fig. 26. Karta över en del av Kronmyren, för att visa där befintliga dyflarkars, *Carex limosa-* och *Scheuchzeria-*mossars samt trädbevuxna rismossesträngars orientering i förhållande till Storlundsbäcken. Flark- och *Carex limosa*-mosse-systemet i översta delen av det kartlagda området är säkerligen en jämförelsevis ung bildning, vilken framkallats av sättningar i mossytan, förorsakade av Storlundsbäcken.

Karte über einen Teil von Kronmyren mit Systemen von Strängen und Flarken. Man bemerke die Orientierung der Sträng- und Flarksysteme zum Bach Storlundsbäcken (jene sind älter als dieses).

riktning (i detta fall den sugande bäcken). Som grundvattnet inom gungflymarker alltid står högt, behöva de av sättningarna framkallade vecken ej alltid ha något större djup, för att, när normala vattenståndsförhållanden åter inträda, grundvattnet skall gå i dagen inom desamma och härigenom ge upphov till flarkar eller mycket hygrofila mosse-samhällen.

I de fall, då strängbildning i nutiden konstateras på Degerö stormyr, är detta i samband med flarkar på Nylands- och Storlundsmyrarna samt inom det i det föregående ofta nämnda flarkkomplexet på Kronmyren 180 m SSV om kojan vid försöksfältet. Strängarna å alla dessa ställen tyckas uppkomna genom att mindre fuktighetsälskande vitmossar fått

fotfäste på och omkring i höga tuvor växande *Scirpus austriacus* och *Eriophorum vaginatum*. Utvecklingsgången tyckes vara följande: I flarkens kantzoner ingående individ av tuvsäv och tuvdun få stegrad tillväxt jämsides med att flarken fixeras. Denna förbättring i halvgräsens växt står förmodligen i nära sammanhang med att i flarkens ytvatten syrehalten är hög, varigenom halvgräsens rötter lättare kunna fungera. Vidare torde flarkens vatten vara relativt kväverikt på grund av det rika djurliv, som normalt träffas i detsamma. — Nästa fas i strängutvecklingen är en kolonisation av mindre fuktighetsälskande vitmossor på och omkring de i tuvor växande halvgräsen. Vanligen inkommer först *Sphagnum papillosum*, därefter *Sphagnum magellanicum* och *S. angustifolium* och slutligen *S. fuscum*. Genom uppträdandet av dessa mossor smälta de ursprungligen i pärlbandsliknande rader växande halvgräsen så småningom samman till strängar. Så snart strängen nått en viss fasthet ges betingelser för flarkbildnings inträde på nya lokaler. Detta sammanhänger med, att strängarna komma att spela rollen av dämningsvallar och göra att vid nya vattenflöden icke allt vatten rinner ned till den gamla flarken, utan en del blir stående på mossytan framför strängen. Detta parti, där vattenansamling sker, överföres härigenom till flark. Helt naturligt förlöper denna utveckling i regel långsamt. Orsakerna härtill äro många. Skola strängarna ha förutsättningar att tjäna som dämningsvallar, måste de först äga en rätt betydande tyngd och ha blivit tämligen ogenomsläppliga för vatten. Strängarnas tillväxt och nedbrytning sker i ett ganska långsamt tempo. — Ett analogt exempel till strängar som dämningsvallar äro vallar av uppkastad torv på kanterna av diken i myrar. Vi veta alla huru lätt dylika vallar av uppkastad dikesjord kunna ge upphov till vattensamlingar, då de ligga vinkelrätt mot torvmarkens lutning och tillrinningen är jämförelsevis stor. Av denna anledning genomskäras också vallarna av uppkastad dikesjord vid varje samvetsgrant utförd dikning på lämpliga ställen.

De av mossrika kärrsamhällen klädda strängar, vilka träffas inom Degerö stormyrs dykärrområden t. ex. på Fredagsängen, äro sannolikt att betraktas såsom relikter av mossrika kärrsamhällen, som förut beklatt en större sammanhängande yta, men vilka sprängts genom inträdda lokala försumpningar (jfr. RANCKEN 1911, s. 248).

Kap. 3. TORVJORDARTER OCH LAGERBYGGNAD.

A. Degerö stormyrs torvjordarter.

Terminologi. Degerö stormyrs torvjordarter äro av trenne tämligen väl skilda huvudslag, nämligen gyttja, torv och torvdy.[1]

Om strukturen, sammansättningen m. m. hos dessa jordslag lämnar nedanstående schema anvisningar.

Gyttja. Täta m. l. m. elastiska jordarter av växlande färg, huvudsakligen sammansatta av i vatten transporterade och sedimenterade organogena partiklar. Strukturen är oftast kornig. Gyttjorna ljusna och krympa vanligen vid torkning. — Ursprungsmaterialet för gyttjorna utgöres av exkrementklumpar efter diverse vattendjur, smärre alger samt rötter, blad, frukter, frön, pollen o. s. v. från vattensamlingens eller dess grannskaps högre vegetation, rester av insekter och kräftdjur, lera, sand, humusämnen m. m. — En mängd olika former av gyttja hava urskiljts efter den roll vissa i gyttjorna ingående beståndsdelar spela, t. ex.:

Lergyttja — gyttja med stor lerhalt.

Alg- (l. *plankton-*)*gyttja* — gyttja till stor del sammansatt av cyanophycéer, clorophycéer och andra smärre ofta planktoniskt levande alger.

Detritusgytta — gyttja rik på rester av högre växter, såsom exempelvis frukter eller stamdelar av *Carices*, *Nuphar*, *Phragmites*, blad och kvistar av lövträd, *Salices*.

Något avvikande form:

[1] I litteraturen föreligger som bekant en mängd olika klassificeringssystem för torvjordarterna. — Med torvjordarter förstår jag i likhet med B. Halden (1923, s. 100), samtliga de till större delen av organisk substans härledda jordarter, som anträffas inom torvmarker. — Vissa system grunda sig på torvjordarternas ursprung, bildningssätt, andra på strukturella eller tekniska egenskaper hos desamma. Här är ej platsen att ingå på ett allmännare skärskådande av alla dessa system, utan jag inskränker mig enbart till en redogörelse för det system, som vunnit tillämpning i föreliggande undersökning. — Den för dessa frågor intresserade hänvisas till arbeten av: G. Andersson 1898, Booberg & Bauman 1922, A. Erdmann 1868, s. 249, v. Feilitzen, Haglund & Bauman 1917, Früh & Schröter 1904. H. Gams 1921, Halden 1923, s. 110—111, Melin 1917, Naumann 1917, 1921, H. v. Post 1862, L. von Post 1921, Potonié 1908, 1911, 1912, Ramann 1911, Sernander 1916, Tolf 1903, Wesenberg-Lund 1901.

Sjödy — gyttjeliknande jordart, vilken förutom gyttjornas vanliga konstituenter innehåller stora mängder utflockade humusämnen. Sjödyn får härigenom en mörkbrun färg, vilken ej avtar i styrka vid jordartens torkning. I motsats till de »typiska» gyttjorna, vilka alla äro avsatta i klart vatten, är sjödyn avsatt i starkt humushaltigt.

Torv. I vatten eller på fuktig mark uppkomna m. l. m. luckra — vanligen filtiga eller bladiga — jordarter, vilka till största delen bestå av humifierade växtrester med ännu bibehållna vävnadsstrukturer. — Vid klassifikationen av torvslagen hava tvenne principer gjort sig gällande: antingen hava desamma indelats efter huvudparten av de beståndsdelar, som konstaterats vid torvens botaniska analys, eller ock efter de växtsamhällen, varur torvslagen i fråga anses framgångna. I föreliggande undersökning har den förstnämnda principen vunnit tillämpning.

De viktigaste av mig urskiljda torvslagen inom Degerö stormyr äro följande:

a. Torvslag av mera enhetlig sammansättning.

Phragmites-torv (bladvasstorv). Torvens huvudmassa bildas av rhizom och rötter (stundom även ovanjordiska stamdelar) av *Phragmites*.

Equisetum limosum-torv (fräkentorv). Huvudsakligen sammansatt av rhizom och tagelliknande rottrådar av *Equisetum limosum*. Fräkentorven är ofta (liksom även bladvasstorven) uppblandad med gyttja.

Carex rostrata-torv. Sammansatt av rhizom och rötter av *Carex rostrata*.

Cyperacé-torv (»starrtorv»). Sammansatt av rötter, stamdelar m. m. av halvgräs, vilka ej kunna närmare bestämmas.

Amblystegium-torv (brunmosstorv). Består av blad och stamdelar av brunmossor. *Amblystegium*-torven är ofta m. l. m. bronsfärgad. Allt efter arterna av de ingående brunmossorna kunna uppställas flera former av brunmosstorv.

Sphagnum-torv (vitmosstorv). Sammansatt av blad och stammar av vitmossor. Allt efter de ingående vitmossornas art eller de undersläkten desamma tillhöra kan ävenledes uppställas ett flertal former av vitmosstorv, t. ex. *Sphagnum fuscum*-torv, *Sphagna Cuspidata*-torv, *Sphagna Palustria*-torv.

b. Torvslag av mera komplicerad sammansättning.

Carex rostrata-Sphagnum-torv. I en grundmassa av *Sphagnum*-torv förekomma rötter, stamdelar och stundom även frukter av *Carex rostrata*.

Cyperacé-Sphagnum-torv. I en grundmassa av *Sphagnum*-torv träffas till arten eller släktet ej närmare bestämda halvgräs.

Eriophorum vaginatum-Sphagnum fuscum-torv. I en grundmassa av *Sphagnum fuscum*-torv träffas rötter och i trådar m. l. m. upprispade basaldelar av tuvdun. I detta torvslag ingå även vanligen rester av ris (*Calluna, Vaccinium*).

Cyperacé-Amblystegium-torv. Till sammansättningen analog med näst föregående torvslag. Vitmossorna ersatta av brunmossor.

Torvdy (höghumifierad torv). I vatten eller på fuktig mark uppkomna täta jordarter (av vanligen smörig eller ostartad konsistens), vilka till största delen äro sammansatta av amorfa humusklumpar jämte finfördelade humifierade djur- och växtrester med otydliga till knappast skönjbara vävnadsstrukturer. Torvdyn krymper starkt vid torkning. Efter en sådan sammandragning blir torvdyn oftast svartbrun och hård samt får vid gnidning ett glänsande streck. Torvdyn har samma ursprung som torv och representerar de starkast humifierade och destruerade formerna av torv. Mellan torv och torvdy finnas övergångar i legio.

Av torvdy hava ävenledes urskiljts flera former allt efter vissa karaktäristiska inblandningar eller strukturegendomligheter, t. ex.:

Torvdy med diatomacéer. I en grundmassa av typisk torvdy träffas diatomacéer tämligen allmänt.

Torvdy med cyperacéer. Torvdy rik på fibrer och epidermisfragment av cyperacéer.

Torvdy med lövträdsrester (»lövkärrtorv»). Har en grundmassa av ostartad eller grynig torvdy, vari förekomma vedfragment (av rötter och stammar) och bark etc. av lövträd. Ingår björken i torvdyn, igenkännes denna lätt på den mycket resistenta nävern.

Torvdy med Pinus-rester (»tallmosstorv»). Tät, smörig torvdy i vilken stubbar, stammar, barkfragment, stundom även kottar, av tall förekomma.

Avvikande form:

Mullartad torvdy (»torvmylla» eller möjligen »torvmull»?). Starkt humifierad torvjordart av torvdys sammansättning. Den krymper icke nämnvärt vid torkning utan faller i stället sönder i smärre klumpar.

Om metoden för torvjordarternas undersökning. Sedan torvjordarterna i fältet preliminärt urskiljts och undersökts på makroskopiska fossil, hava prov insamlats av desamma. Dessa hava underkastats slamning och mikroskopisk granskning på laboratorium, varvid de i jordproven ingående växt- och djurresterna i största möjliga omfattning bestämts till art eller släkte. Bestämningsarbetet har helt naturligt ofta erbjudit stora

svårigheter. Sålunda hava exempelvis många halvgräsrester visat sig omöjliga att bestämma. I dylika fall har man fått nöja sig med kollektivbenämningar. Vissa fossilslag äro dock lätta att säkert identifiera. De största förutsättningarna härutinnan erbjuda vedrester av ris och träd, om anatomiska karaktärer tillgripas, samt frukter och frön. Flertalet vitmossor kunna även säkert mikroskopiskt bestämmas på formen och cellstrukturen hos stam- och grenblad.[1]

Vid sidan av den paleontologiska granskningen hava bestämningar utförts på de i torv- och torvdyproven ingående beståndsdelarnas *frekvens* och *destruktion*. Föremål för dylika undersökningar hava endast färska prov varit. Vid *frekvensberäkningen* har jordprovets hela massa lagts till grund (sålunda medräknas mängden amorfa humusämnen etc.). Beräkningen har gjorts efter en 5-gradig skala. Frekvenstalet 5 har tillkommit konstituenter, som förekomma ymnigt och utgöra c:a 60—100 % av hela provet; 4 dem, som förekomma rikligt och utgöra c:a 30—60 %; 3 dem, som förekomma strött och utgöra c:a 10—30 %; 2 dem, som förekomma spritt och utgöra c:a 1—10 %, och slutligen 1 dem, som förekomma enstaka och utgöra mindre än 1 %. I princip överensstämmer detta förfaringssätt med det av MELIN (1917, s. 179) redan angivna. Endast en annan frekvensskala har härvidlag använts.

Beräkningen av de i torvjordarterna ingående amorfa humusklumparnas jämte finfördelade humifierade djur- och växtresternas frekvens har — utom vid de äldsta bestämningarna — utförts på följande sätt (vilket oberoende av mig tidigare tillämpats av W. W. KUDRJASCHEW 1920):

Av det färska torvprovet utskars tvenne stycken. Dessa vägdes. Härefter lades det ena stycket till torkning i ett torkskåp med en temperatur av 100°. Det andra uppslammades i vatten och nedhälldes sedan i en sil med fyrkantiga maskor av $0{,}3 \times 0{,}3$ mm:s storlek. Det i silen nedhällda provet utsattes för en omsorgsfull spolning under vattenledning. Härigenom avskildes ur provet nära nog samtliga beståndsdelar av storleksordningar understigande maskornas. De på silduken återstående större beståndsdelarna tillvaratogos, torkades på förut angivet sätt och vägdes. — Genom viktsskillnaden mellan det första provet i torrt tillstånd och de torkade resterna ur det andra beräknades så mängden amorfa humusämnen tillika med smärre växt- och djurrester.

---

[1] Vid bestämningen av de i torvjordarterna ingående växtfossilen har nedanstående litteratur ofta anlitats:

för bestämning av frukter och frön: G. ANDERSSON 1898,
» » » vedrester: O. G. PETERSEN 1901,
» » » halvgräsrester: C. RAUNKIÆR 1895—97,
» » » pollen eller sporer: G. ERDTMAN 1923, H. FISCHER 1890, H. MOHL 1834,
» » » mossrester: E. ADLERZ 1907, C. JENSEN 1915.

Bestämningen av de i torvproven ingående mossornas, cyperacéernas etc. frekvens har utförts på mikroskopisk väg genom direkt skattning.

Vid angivandet av de i torv- och torvdyproven ingående växtresternas *destruktion* har även ledes använts en 5-gradig skala. Bestämningarna hava gjorts subjektivt och gälla varje beståndsdel för sig. Destruktionsgraden 1 tillkomma konstituenter med i det närmaste fullständigt bibehållna vävnadsstrukturer; 2 dem, som äro endast svagt destruerade eller anfrätta; 3 dem, som äro tydligt destruerade; 4 dem, som äro starkt destruerade och av denna anledning ofta svåra att bestämma, och 5 dem, som äro så gott som fullständigt destruerade och härigenom endast i undantagsfall bestämbara.

I de fall torvproven varit hoptorkade hava desamma vanligen uppmjukats genom svag upphettning i utspädd kalilut.

För att möjliggöra framträdandet av vissa för bestämningen viktiga finare strukturer hos många fossilslag, t. ex. vitmossblad, hava desamma färgats med gentianaviolett.

Om förutsättningarna att bestämma torv- och torvdyslagens »modersamhällen». Degerö stormyrs torv- och torvdyslag äro huvudsakligen bildade *sedentärt*, d. v. s. av på stället kvarblivna rester av olika torvbildande växtsamhällen. Torvslag, vilka till sitt ursprung måste uppfattas såsom *sediment*, alltså bildade av i vatten transporterat och utfällt material, t. ex. svämtorv (se HALDEN 1923, s. 109) spela av allt att döma en mycket liten roll inom undersökningsområdet.

Vid varje utvecklingshistorisk torvmarksundersökning framstår helt naturligt som en av de viktigaste uppgifterna att söka klarlägga det genetiska sambandet mellan de inom torvmarken förefintliga sedentära torvjordarterna och de växtsamhällen, ur vilka de äro framgångna. Om detta samband kan fastställas, kunna torvmossprofilerna översättas i en serie varandra avlösande växtsamhällen, och i den mån samhällenas ekologi är känd, kunna slutsatser dragas rörande forna ståndortsförhållanden.

Tyvärr är dock lösandet av dessa uppgifter vanligen förknippat med stora svårigheter. Som redan framhållits, sammanhänger detta med, att den paleontologiska analysen av torvbildningarna sällan eller aldrig kan bli så fullständig, att den direkt ger ett adekvat uttryck för den floristiska sammansättningen hos de växtsamhällen, som lämnat material till desamma. Vissa växter, t. ex. flertalet örter, nedbrytas nära nog fullständigt strax efter avdöendet; andra, vilka i modersamhället spelat en underordnad roll, få på grund av stor motståndskraft gentemot de nedbrytande agentierna vid torvanalysen sken av att ha utgjort en av samhällets huvudkonstituenter. De bevarade växterna kunna stundom även vara tämligen värdelösa som ledfossil vid bedömandet av torvjordarter-

nas modersamhällen på grund av att de i det recenta uppträdandet äro bundna till ett flertal vitt skilda växtsamhällstyper. Slutligen ingå i torvjordarterna ofta rester av växter, som saknats i modersamhällena, men vilka ditförts på olika sätt, t. ex. främmande pollen, som kommit med vatten eller vind, och rötter av på mossen nytillkomna växter, som vuxit ned i lager av äldre torv.

Då man undersöker vilka växtdelar, som bilda huvudmassan i sedentära torvslag, finner man främst rötter och underjordiska stamdelar av fanerogamer samt stammar och blad av mossor. Som viktiga accessoriska beståndsdelar träffas vidare pollen och sporer. Delar av ovanjordiska organ såsom stammar och blad saknas vanligen fullständigt, om man undantar stammar av vissa (särskilt kådrika) trädslag såsom exempelvis tallen (se FRÜH & SCHRÖTER 1904, s. 172—178).

Orsaken till nu nämnda förhållande torde knappast vara den, att ovanjordiska organ generellt skulle vara mindre motståndskraftiga mot förmultning än de underjordiska. Antagligare är i stället att fenomenet står i samband med att de nedbrytande processerna äro svagare inom de delar av mossen, varest rötter och rhizom gå fram, än inom sådana, där de större ovanjordiska växtdelarna efter avdöendet hamna. — Inom svämtorvbildningar träffas i stor omfattning rester av ovanjordiska organ från högre växter, t. ex. blad och större frukter.

Arten och förloppet av de processer, vilka förorsaka växtmaterialets nedbrytning och omvandling inom mossar, är tyvärr ännu ej i alla delar utrett. Säkert är dock, att de nedbrytande processerna försiggå livligast vid stor syretillgång och att de arbeta under intim medverkan av levande organismer, såsom bakterier och svampar, rötter av högre växter, insekter, kräftdjur och rhizopoder. Likväl är det kemiska resultatet av växtmaterialets förtorvning en ökning av C-halten och en minskning i H- och O-halten samt uppkomsten av humusämnen (ODÉN 1922, s. 7—8). Se vidare H. PUCHNER 1920, s. 29—35, där en sammanfattande redogörelse för »Die Umwandlung der torfbildenden Pflanzen in Torf» lämnas.

Ett direkt synligt resultat av växtsubstansens nedbrytning och kemiska omvandling i mossar är uppkomsten av amorfa humusklumpar och humifierade växtrester med m. l. m. tydliga vävnadsstrukturer (torvfragment). Bildningen av amorfa humusklumpar, de s. k. *dy*-ämnena, är att betrakta som den högsta potentieringen av förtorvningen (HALDEN 1923, s. 102).

Torvsubstansen kan säkerligen såsom HALDEN (1923, s. 101) framhåller i många fall under frånvaro av syre och levande organismer ytterligare — fastän långsamt — sönderdelas. Detta framgår därav, att på djupet av många torvmarker bildas sumpgas och svavelväte.

Genom undersökningar över syrebalansen inom olika delar av Degerö stormyr (se sid. 69) har konstaterats att stor syretillgång generellt är tillfinnandes i själva markbrynet. Däremot avtar syrehalten mycket snart mot djupet. Under grundvattensnivån råder i allmänhet fullständig syrebrist. — Som de större ovanjordiska växtresterna efter döden huvudsakligen hamna på ytan av torvmarkerna är det sålunda ganska förklarligt att desamma i större utsträckning än rötter och rhizom äro utsatta för en intensiv förstöring och omvandling.

Vid undersökning av de ytligare delarna av en mosse finner man nästan alltid omedelbart under det levande växttäcket ett skikt av 1—30 cm mäktighet, som huvudsakligen sammansättes av döda eller döende basaldelar till de i växttäcket ingående formerna. Detta skikt, vilket jag efter R. SERNANDER (1918, s. 661) benämner *bottenförna*-lagret, är alltid mycket luckert. Vidare äro huvudparten av växtresterna inom detsamma tydligt *vertikalt* orienterade i förhållande till markytan. — Bottenförnalagret underlagras sedan med eller utan tydlig gräns av torv- eller torvdylager. (Inom torvlagren äro växtresterna oftast horisontalt orienterade i förhållande till markytan.)

På grund av att destruktions- och förtorvningsprocesserna inom mossar försiggå livligast vid syretillgång är det huvudsakligen inom bottenförnalagret, som de sedentära torvjordarterna bildas och erhålla sin karaktäristiska destruktions- och humifieringsgrad. — En relativt mindre betydelse torde den av HALDEN (1923, s. 101) framhållna anaëroba sönderdelningen av torvsubstans inom djupare liggande delar av mossar spela (se A. L. BACKMAN 1919, s. 117). Detta framgår direkt därav, att äldre torvbildningar ej sällan äro endast svagt humifierade och destruerade. — För förloppet av växtmaterialets omvandling i mer och mindre destruerade och humifierade torvjordarter torde, förutom syretillgångens storlek och den hastighet, med vilken ändringar i syrebalansen inträda, mossvattnets elektrolythalt och växtmaterialets kemiska art vara av en viss betydelse.

För de sedentära torvbildningarnas halt av smärre, ej nedväxta beståndsdelar, t. ex. pollen, sporer och små frön, torde bottenförnalagrets porositet indirekt spela en stor roll. Eftersom de växtrester, vilka efter nedslaget på en mosse bli sittande kvar på mossens yta, vanligen sakna möjligheter att bevaras åt eftervärlden, blir det av lösa växtdelar mestadels endast sådana, som kunna nedsjunka till lägre nivåer, där syretillgången är mindre och konserveringsbetingelserna härigenom gynnsammare, som bevaras och bliva synliga vid torvens analys. Som små partiklar ha större möjligheter till nedsjunkning än stora, är det ej underligt, att inom sedentära torvjordarter pollen, sporer och dylika mikroskopiska

organismer ofta äro talrikt tillfinnandes, men att större frön, blad och frukter saknas. Se vidare sid. 147, där dessa frågor ingående diskuteras.

Ehuru som redan nämnts *torv*-slagen sällan direkt kunna hänföras till ett i minsta detalj fixerat modersamhälle, så finnas dock ofta stora möjligheter att bestämma desamma till vissa huvudtyper av modersamhällen.

De viktigaste ledfossilen vid bestämningar av torvslagens ursprung äro vitmossorna. Dessa inkomma aldrig sekundärt i torvbildningarna. Vidare äro flertalet vitmossarter i sitt uppträdande i naturen inskränkta till ett fatal karaktäristiska typer av växtsamhällen. Träffas sålunda *Sphagnum balticum* och *S. Dusenii* i ett torvprov kan detta med stor säkerhet anses framgånget ur cyperacé-mossar. *Sphagnum balticum* och *S. Dusenii* höra nämligen till de typiska cyperacé-mossekonstituenterna. Träffas *Sphagnum fuscum* i stor frekvens i ett torvprov, torde detta vara framgånget ur rismosse o. s. v. — Cyperacé-rester hava däremot vanligen sämre värde som ledfossil. Huru ofta finner man ej levande rötter av cyperacéer genomsätta äldre torvbildningar?

Utsikterna att bestämma *torvdy*-slagens modersamhällen äro vanligen små. De enda fossil, på vilka man härvidlag med någon större grad av säkerhet vågar basera bestämningen, äro eventuellt förekommande ved- och barkrester samt vissa mikroskopiska fossil, såsom alger och sporer. Att draga slutsatser om torvdyslagens modersamhällen på de ej sällan förekommande radicellerna och rhizomen av cyperacéer torde däremot i de flesta fall vara riskabelt, enär dessa mycket väl kunna ha inkommit sekundärt såsom nedvuxna rötter. — Möjligen kunna i en framtid, då torvmarkernas recenta fauna blir närmare utforskad, många i torvdy förekommande djurfossil, t. ex. av crustacéernas och rhizopodernas stora grupper, få värde som ledfossil vid fastställandet av höghumifierade torvslags ursprung.

B. Degerö stormyrs torvgeologiska byggnad.

Genom de talrika ändmoräner, vilka som åsar av växlande storlek och form övertvära Degerö stormyr, får myrkomplexet en bottenrelief, som i någon mån påminner om en våffla. Djupa och grunda partier omväxla sålunda tämligen regelbundet.

Torvbildningarna ha den största mäktigheten i myrkomplexets sydvästra delar, alltså nedanför Kåtaåsen. Vid borrningar inom Fredags- och Lördagsängarna samt kring Stortjärnen träffas moränbotten vanligen först på inemot 6 à 7 meters djup. (Inom Fredagsängen har på ett ställe uppmätts ett bottendjup av 7,80 meter, vilket är det hitintills största funna inom hela Degerö stormyr.) Inom myrkomplexets norra delar

(t. ex. inom Sträng-, Kron- och Storlundsmyrarna) ligger botten, om man bortser från de av moränåsar berörda partierna, där bottendjupet ofta är ringa, genomsnittligt på 3 à 4 meters djup.

På grund av att de torvmarker, vilka uppbygga Degerö stormyr, genomlöpt så olikartad utveckling — vissa torvmarker hava utvecklats ur sjöar, andra hava anlagts kring källor eller inkräktat på förut torrare och ofta skogbärande fastmark — förete desamma ganska stora växlingar i paleontologiskt och stratigrafiskt hänseende.

En blick på vidstående karta fig. 27 visar, var Degerö stormyrs fornsjöområden äro belägna. Dessa, som på kartan äro betecknade som »områden med gyttja», äro 17 till antalet och ligga grupperade i fyra ganska tydliga rader.

Beträffande de stora dragen i Degerö stormyrs lagerbyggnad kan anföras, att inom fornsjöområdena lagerföljden oftast är följande (lagren uppräknas i ordning uppifrån):

A. Förna av *Carex rostrata, Scirpus austriacus* eller *Eriophorum vaginatum* jämte vitmossor av *Cuspidatum*- och *Palustre*-typ.
B. Vitmosstorv med cyperacéer. (Vitmosstorven uppbygges av vitmossor av *Cuspidatum*- och *Palustre*-typ.)
C. Vasstorv, ofta med starrinblandning.
D. Gyttja.
E. Morän.

Ofta kan något av ovannämnda torvskikt saknas (t. ex. vasstorvlagret). Vidare inträffar stundom, att någonstädes inom lagerserien en nivå med torvdy är instucken. Även gives exempel på, att torvmarker av denna typ överlagras av *Sphagnum fuscum*-torvlager.

Inom Degerö stormyrs övriga delar träffas torvmarker av väsentligen trenne huvudtyper. Dessa karaktäriseras av nedanstående lagerföljder:

Typ I.

A. Förna av vitmossor av *Acutifolium*-typ, cyperacéer (*Eriophorum vaginatum*), ris (*Andromeda, Betula nana, Vaccinium uliginosum* etc.).
B. Vitmosstorv med cyperacéer, rester av ris och trädstubbar m. m. (Vitmosstorven uppbygges av vitmossor av *Acutifolium*-typ.)
C. Torvdy med fibrer och epidermis-fragment av cyperacéer, vedrester m. m.
D. Morän.

Typ II.

A. Förna av *Carex rostrata, Scirpus austriacus* eller *Eriophorum vaginatum* jämte vitmossor av *Cuspidatum*- och *Palustre*-typ.
B. Vitmosstorv med cyperacéer. (Vitmosstorven uppbygges av vitmossor av *Cuspidatum*- och *Palustre*-typ.)
C. Torvdy.
D. Morän.

Fig. 27. Fornsjöarnas läge sammanfaller i huvudsak med de å kartan angivna områdenas med gyttja (i bottenlagret).
Die Lage und Ausdehnung der Altseen entsprechen in der Hauptsache denen der Gebiete mit Gyttja.

Typ III.

A. Förna av *Carices* samt vit- och brunmossor.
B Starrtorv. I densamma ingå ofta blad och stammar av mossor (t. ex. *Sphagnum subsecundum, S. teres* och *Amblystegium stramineum*) samt strådelar av *Equiseta* och *Phragmites.*
C. Morän.

Av de tre sistnämnda typerna är den första den ojämförligt viktigaste. Till denna höra vid pass 50 % av Degerö stormyrs torvmarker och särskilt de inom myrens marginalpartier belägna, som gränsa mot fastmark. Den andra typen är talrikast representerad inom Borst-, Stor- och Kronmyrarna, men träffas även inom andra delar av myrkomplexet, fastän i ringa omfattning. Slutligen komma vi till den tredje torvmarkstypen. Denna upptar vissa delar av Skomakare-, Käll-, Fredags- och Lördagsängarna.

Beskrivning av tvärprofiler genom Degerö stormyr. Efter denna mycket summariska redogörelse för de allmänna dragen i Degerö stormyrs torvgeologiska byggnad vill jag övergå till att beskriva fem av mig upptagna och ingående studerade tvärprofiler genom myren.

Av dessa tvärprofiler går:

Profil A—B från Storlundsmyrens norra strand (390 m NV om skogskojan vid Försöksfältet) över nämnda myr och Kläppmyren fram till Fredagsängens sydligaste hörn.

Profil C—D från Kronmyrens norra strand (ej långt från skogskojan vid Försöksfältet) över nämnda myr fram till Ö. Skomakareängens södra sida.

Profil E—F över Strängmyren i nordväst—sydostlig riktning.

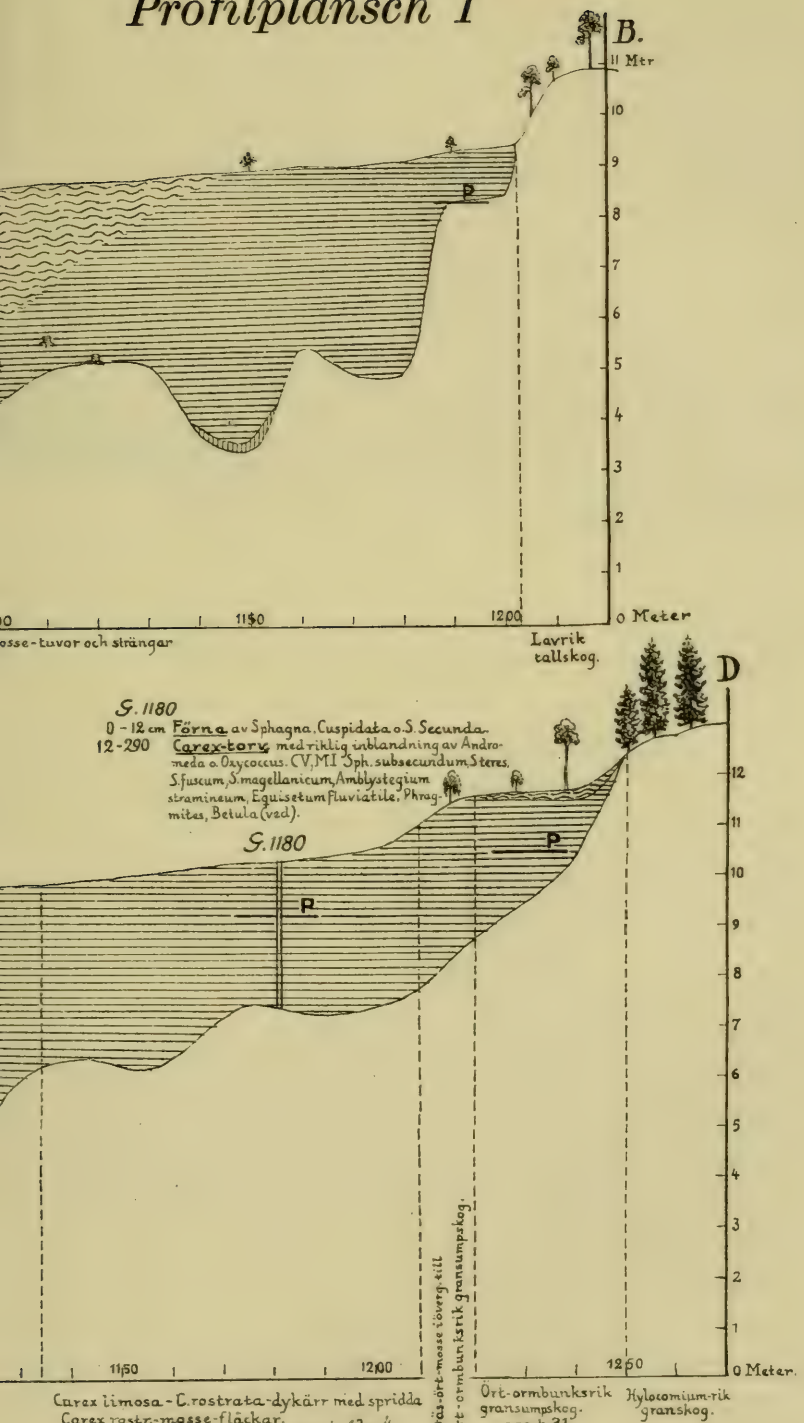
Profil G—H över Borstmyrens norra parti i ost—västlig riktning.

Profil J—K över område kring Slukbäcken bevuxet med gransumpskog.

Profilernas läge framgår i detalj av kartan fig. 27.

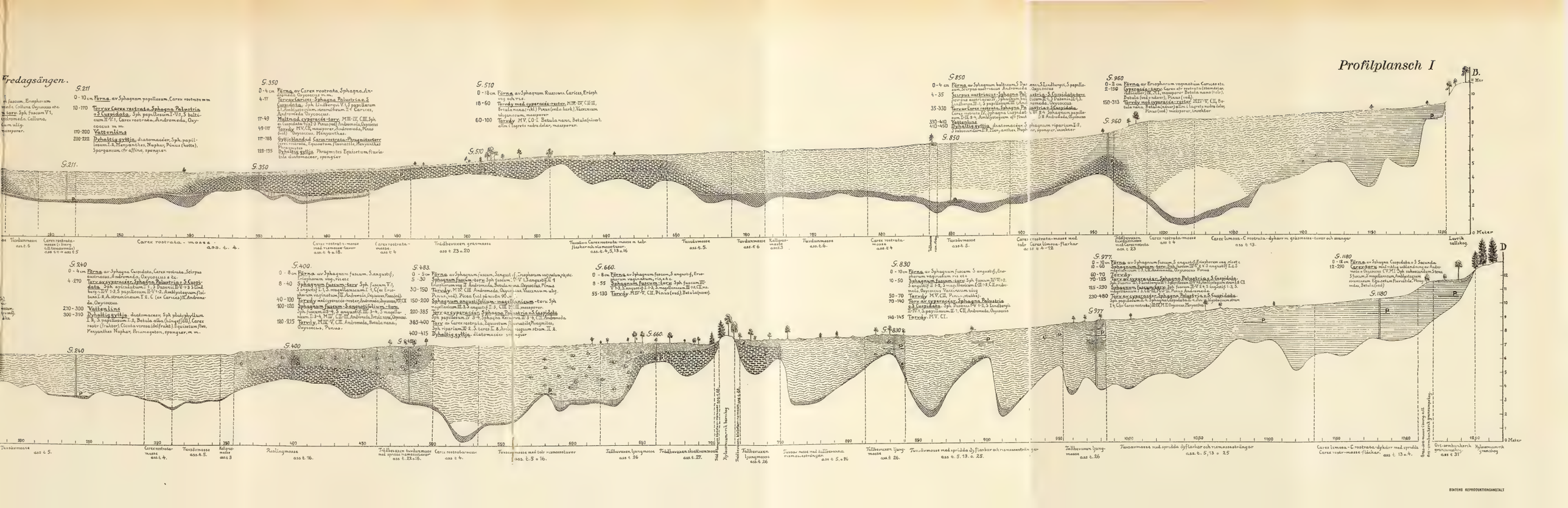
Vid profilernas upptagning och undersökning har förfaringssättet varit följande: 1) profillinjen utstakades; 2) linjen uppmättes. Samtidigt utsattes vid var tionde meter längs linjen numrerade trästickor; 3) markytan avvägdes, och djupet till mineraljorden mättes invid stickorna; 4) med ledning av därvid vunna resultat över torvmarkens yt- och bottenkonfiguration grävdes gropar på lämpliga ställen utefter profillinjen; 5) dessa gropar, vilka grävdes ända ned mot mineraljorden eller i de fall detta av tekniska skäl ej lät sig göras så djupt som möjligt, undersöktes noga ur paleontologisk-stratigrafisk synpunkt. Vidare insamlades från sidorna av groparna prov på torvjordarterna (för mikroskopisk analys) från olika djup med 1 dm intervall; 6) härefter bestämdes vid varje sticka (medelst borrning med torvborr av Hillers modell) lagerföljden; 7) slutligen antecknades och inmättes de växtsamhällen, vilka förekommo utmed profillinjen. Speciell uppmärksamhet ägnades härvid åt trädvegetationen. (Utefter profillinjen förekommande träd inmättes inom ett två meter brett bälte. Höjden å dessa träd bestämdes medelst Christens höjdmätare.) — De insamlade torv- och gyttjeproven analyserades sedermera på det sid. 88—90 angivna sättet.

Profilplansch I

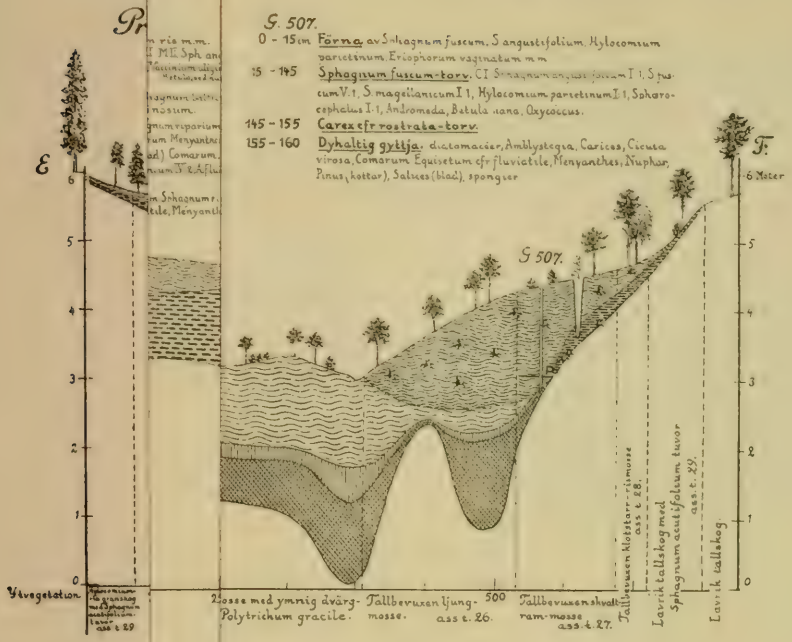


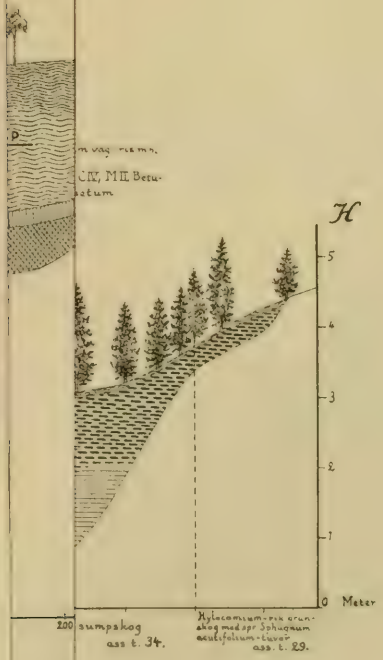
STATENS REPRODUKTIONSANSTALT

Profilplansch I



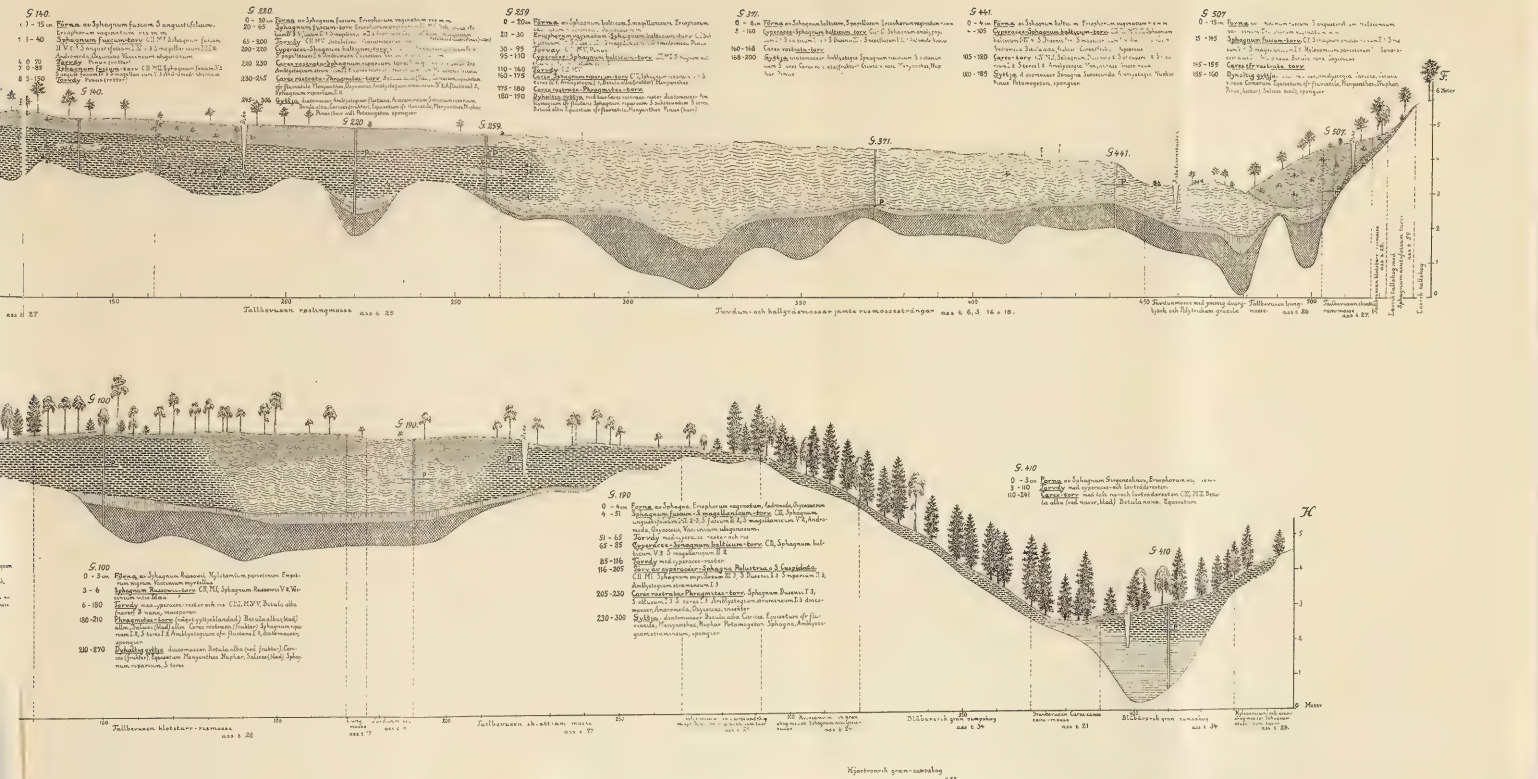
Profilplansch II





STATENS REPRODUKTIONSANSTALT

Profilplansch II

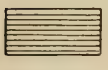


STATENS REPRODUKTIONSANSTALT

Teckenförklaring m. m. till profilplanscherna 1 och 2.

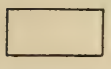
Gyttja.

Carex rostrata-Phragmites-torv (»sjötorv»). — Seetorf.

 *Carex*-torv (»kärrtorv»). — Niedermoortorf.

Torv av cyperacéer, Sphagna Palustria och S. Cuspidata (ex. Eriophorum vaginatum-Sphagnum balticum-torv) (»cyperacémossetorv»). — Niedermoortorf mit Sphagna.

Torv av cyperacéer och Sphagna Acutifolia (ex. Eriophorum vaginatum-Sphagnum fuscum-torv) (»rismossetorv»). — Hochmoortorf.

 *Vattenlins.* — Grundwassersee.

Torvdy.

Stubbar av tall. — Kiefernstubben.

P *Granpollengräns.* — Fichtenpollengrenze.

Knivskarpa kontakter mellan tvenne lager markeras medelst tunna linjer å profilplanscherna. — Messerscharfe Kontakte zwischen zwei Schichten werden durch dünne Grenzlinien angegeben.

Höjden på träden å torvmarkens yta angives i profilens längdskala. — Höhenmassstab der Bäume = Längenmassstab des Profils.

Förkortningar, tecken m. m. i lagerbeskrivningarna.

Zeichenerklärung.

C Cyperacé-rester (stamdelar, rötter etc.). — Cyperaceen-Überreste (Stammteile, Wurzeln etz.).

M Amorfa humusklumpar jämte finfördelade växtrester med knappast skönjbara vävnadsstrukturer. — Amorphe Humusstoffe, fein zerteilte Pflanzenreste mit unscheinbarer Struktur.

I—V Olika frekvensgrader. I enstaka, II spridd, III strödd, IV riklig, V ymnig. — Frequenzbezeichnung: I = vereinzelt, II = spärlich, III = zerstreut, IV = reichlich, V = häufig.

1—5 Olika destruktionsgrader. 1 knappast märkbar destr., 2 svag destr., 3 tydlig destr., 4 stark destr., 5 mycket stark destr. — Destruktionsgrade: 1 = unmerklich, 2 = schwach, 3 = deutlich, 4 = stark, 5 = sehr stark destruiert.

Mängden amorfa humusklumpar (= »dysubstans») jämte smärre växtrester (på profilplanscherna angiven som *M*) är bestämd dels genom skattning och dels genom mekanisk analys på det å sid. 89 angivna sättet

Die Menge an amorphen Humusstoffen und kleineren Pflanzenresten (auf die Profiltafeln mit *M* bezeichnet) ist teils durch Schätzung, teils durch mechanische Analyse in der S. 89 angebenen Weise ermittelt worden.

I lagerbeskrivningarna anges av utrymmesskäl endast torvjordarternas kvantitativt viktigaste beståndsdelar. Ingående mikrofossil, såsom pollen, sporer etc. ha sålunda ej medtagits.

In den Lagerstättebeschreibungen sind aus räumlichen Gründen nur quantitativ wichtigere Bestandteile aufgenommen worden. Mikrofossilien wie Pollen und Sporen sind also ausgelassen.

Tillägg och rättelser.

Trädstubbar träffas allmänt inom rismosstorv- och torvdylager inom partierna 0—168 av profil A—B; 0—100 av profil C—D; 0—80, 186—263 av profil E—F; 0—175, 200—275 av profil G—H. — *Baumstubben* kommen reichlich vor in Zwergstrauchmoor- und Torfdy Schichten der Partien 0—168 des Profils A—B; 0—100 des Profils C—D; 0—80, 186—263 des Profils E—F; 0—175, 200—275 des Profils G—H.

Granpollengränsen har bestämts på ytterligare följande ställen: — Die Lage der *Fichtenpollengrenze* wurde noch an den folgenden Punkten bestimmt (die Zentimeterzahlen bedeuten Tiefe unter der Mooroberfläche):

Kronmyren,	punkt	200	på	profil	C—D,	granpollengränsens	läge	220	cm	under	m. y.
»	»	300	»	»	»	»	»	265	»	»	»
Storlundsmyren,	»	180	»	»	A—B,	»	»	190	»	»	»
Kläppmyren,	»	670	»	»	»	»	»	120	»	»	»
»	»	700	»	»	»	»	»	170	»	»	»

Beteckningen *ass. t.* - - - utgår. — Die Bezeichnung *ass. t.* - - - ist zu streichen.

Termen *gräsmosse* utbytes mot cyperacé-mosse. — Statt *gräsmosse* (Gräsermoor) lese man *cyperacémosse* (Cyperaceenmoor).

Profilerna A—B, C—D, E—F och G—H (se profilplanscherna I och II) visa en tämligen överensstämmande byggnad. I de djupaste delarna av de partier, som beröras av dessa profillinjer, träffas en brun dyhaltig detritusgyttja av växlande mäktighet (inom Kron- och Storlundsmyrarna 1—100 cm och inom Strängmyren 1—150 cm). Denna gyttja är ganska fossilrik, och särskilt är fossilanhopningen stor närmare gyttjelagrens utkilande mot kanterna.

Vid upptagandet av gropen 507 på Strängmyren (se profilplansch II) träffades sålunda, för att nämna ett exempel, i det där blott 5 cm mäktiga gyttjelagret i ett prov av ungefär en kubikdecimeters storlek 100-tals näckros- och vattenklöverfrön förutom massor av tallbark, *Salix*-blad och smärre vedstycken av tall. Dessutom hittades tvenne tallkottar, skalbaggsdelar, *Carex*- och *Comarum*-frukter samt en delfrukt av *Cicuta virosa*.

Inom Kron-, Kläpp-, Storlunds- och Strängmyrarnas gyttjebildningar hava följande växt- och djurfossil anträffats:

Fanerogamer:

Alnus — pollen.
Andromeda polifolia — stamdelar.
Betula alba — blad, frukter, hängefjäll, näver, pollen, ved.
Carex rostrata — frukter.
»*Chenopodiacé*» — pollen.[1]
Cicuta virosa — delfrukter.
Comarum palustre — nötter.
»*Corylus*» — pollen.[1]
Cyperacé-rester — pollen, strådelar, rötter.
Ericacé — pollen.
Menyanthes — frön.
Nuphar — frön.
Nymphæacé-rester — hår, hårbaser.
Oxycoccus — stamdelar.
Phragmites — strådelar.
Picea excelsa — pollen.
Pinus silvestris — bark, barr, frön, kottar, pollen, ved.
Potamogeton sp. — fruktstenar.
»*Quercus*» — pollen.[1]
Salix — pollen, blad.
Sparganium cfr. affine — fruktstenar.
Tilia — pollen.[1]
Ulmus — pollen.[1]
Utricularia — pollen.[1]
Vaccinium uliginosum — ved.

Pteridophyter:

Equisetum limosum — strådelar.
Isoëtes — mikrosporer.
Lycopodium — sporer.
Ormbunkssporer.

Mossor:

Amblystegium fluitans — blad.
» *stramineum* — blad.
Sphagnum Dusenii — blad.
» *papillosum* — blad.
Sphagnum riparium — blad.
» *subsecundum* — blad.
» *teres* — blad.
Mossporer.

Svampar:

Cenococcum geophilum — »fruktkroppar».
Tilletia sphagni — sporer.

Diatomacéer:

Tvenne gyttjeprov från Strängmyren (G 220 : 290 och 300 cm under markytan), vilka godhetsfullt undersökts av fil. doktor BERTIL HALDEN, voro karaktäriserade av bl. a. följande arter:

Anomoeonis brachysira t. a.
» *Follis* Ebh. t. a.
» *serians* m. a.
Cyclotella Meneghiniana s.
Cymbella (*Encyonema*) *gracilis* m. a.
» *hebridica* m. a.
» *naviculiformis* m. a.
Eunotia diodon m. a.
» *lunaris* m. a.
» *pectinalis v. undulata* m. a.
» *robusta* m. a.
» » *v. tetraodon* m. a.
Fragilaria brevistriata s.
» *construens* m. a.
» *virescens* m. a.
» » *v. producta* Grun. t. a.
Gomphonema subtile s.
Hantzschia amphioxus v. elongata m. a.
Melosira crenulata a.
» *Roeseana* Rabh. m. a.
Navicula Bacillum m. a.
» *cincta* s.
» *radiosa* s.
Neidium amphigomphus s.
Pinnularia Dactylus +.
» *divergentissima* +.
» *episcopalis* +.
» *mesolepta* +.
» *nobilis* +.
» *Rangoonensis* Grun. +.
Stauroneis anceps m. a.
» *Phoenicenteron* s.

[1] Bestämningen utförd eller kontrollerad av fil. mag. NILS WILLÉN.

Frustulia rhomboides a.
Gomphonema acuminatum m. a.
» *intricatum* s.
Surirella robusta m. a.
Tabellaria fenestrata m. a.
» *flocculosa* t. a.

Anm. Nomenklaturen — där ej auktor angivits — i överensstämmelse med E. Østrup. Danske Diatoméer — Kobenhavn 1910.

a. = allmän.
t. a. = tämligen allmän.
m. a. = mindre allmän.
s. = sällsynt.
+ = arten representerad utan angivande av dess frekvens.

Spongier:

Euspongilla lacustris — spicula.

Skalbaggar: (Bestämningarna äro gjorda av fil. mag. G. Cedergren.)

Agabus sp.
Anchomenes sp.
Cyphon sp.
Donacia geniculata.
Feronia sp.
Gyrinus sp.
Otiorhynchus sp.

Crustacéer:

Cladocerer.
Copepoder (*Harpacticidæ*) — spermatophorer.[1]

Rhizopoder:

Av rhizopoder träffas ett flertal former (t. ex. *Arcella*), vilka dock ej blivit närmare bestämda.

Gyttjebildningarna överlagras närmare stränderna av de fornsjöar, inom vilka de avsatts, av *Carex rostrata-Phragmites*-torv samt inom samma fornsjöars centralare delar av cyperacé-rik vitmosstorv.

Carex rostrata-Phragmites-torvlagren äro vackrast utbildade inom Strång- och Borstmyrarna. De hava där en mäktighet av 1—30 cm. Inom Kron- och Kläppmyrarna träffas de däremot endast i ringa omfattning. — *Carex rostrata-Phragmites*-torven är huvudsakligen sammansatt av stam- och rotdelar av *Carex rostrata* och *Phragmites communis*. I torven ingå vidare ofta strådelar av *Equisetum limosum*, frön av *Menyanthes trifoliata* samt blad av vissa vit- och brunmossor (t. ex. *Sphagnum riparium*, *S. teres* och *Amblystegium fluitans*). Detta torvslag har säkerligen utgått ur *Carex rostrata*- och *Phragmites*-associationer av samma beskaffenhet som de, vilka i nutiden träffas inom Storkåtatjärnen.

Carex rostrata-Phragmites-torvlagren överlagras i sin tur antingen av torvdy eller cyperacé-rik vitmosstorv. — Torvdylagren träffas inom fornsjöarnas marginalpartier och vitmosstorven mot sjöarnas centrum.

[1] Se noten å föregående sida.

Den cyperacé-rika vitmosstorv, som i lager av 2 till $5^1/_2$ meters mäktighet kommer ovan gyttjorna inom fornsjöarnas centralare delar, är nedtill vanligen mycket lös och vattenförande. Vid insamling av prov av detta torvslag på djupare nivåer medelst HILLERS jordborr får man vanligen i borrkannan endast ljust brunfärgat vatten med cyperacé-radiceller och vitmossblad. — Inom vissa partier träffas t. o. m. verkliga vattenlinser mellan vitmosstorv- och gyttjelagren (t. ex. inom Storlundsmyren mellan stickorna 190—260, inom Kläppmyren mellan stickorna 820—890 och inom Fredagsängen mellan stickorna 990—1 060). — Högre upp blir den cyperacé-rika vitmosstorven fastare och mera sammanhängande.

Den cyperacé rika vitmosstorven består till största delen av stammar och blad av vitmossor tillhörande *Cuspidatum-* och *Palustre*-grupperna samt rötter och stamdelar av olika cyperacéer. I regel låta sig vitmossorna lätt och säkert till arten bestämmas. Däremot äro möjligheterna att bestämma halvgräsresterna mera ingående ganska små. Det har sålunda ej lyckats mig att till arten bestämma cyperacéer i andra fall, än då jag kunnat preparera fram så pass stora stycken av desamma, att bestämningen kunnat göras på makroskopiska karaktärer. Denna möjlighet har dock endast förelegat inom G 211 och G 850 på profilen A—B samt G 220 och G 259 på profilen E—F. Med ledning av dessa cyperacé-bestämningar, men framför allt av vitmossanalyserna är det möjligt att med stor säkerhet fastställa modersamhällena för ifrågavarande torvslag. Dessa äro *Carex rostrata-*, *Scirpus austriacus-* och *Eriophorum vaginatum*-mossar.

Beträffande cyperacé-vitmosstorvens förmultningsgrad inom de av profilerna skurna delarna av myrkomplexet, bör framhållas, att denna genomgående är störst närmast fornsjöpartiernas kanter samt avtar succesivt mot desammas centrum. (Se G 371 och G 441 på profil E—F samt G 700 och G 850 på profil A—B.)

Nu beskrivna gyttje- och torvbildningar, vilka varit helt och hållet bundna till fornsjöområdena, ekvivaleras inom grundare mot fastmarkerna vettande partier av myren av torvmarker tillhörande typerna I, II och III.

Torvmarkstypen I representeras inom de av profil A—B skurna delarna mellan stickorna 0—160; av profil C—D mellan 30—90, 360—460, 640—700 och 720—750 samt av profil E—F mellan 0—260 och 510—530. Inom dessa partier träffas överst ett tunt förnalager av antingen *Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*, *Eriophorum vaginatum* samt ris eller ock av *Sphagnum Russowii* jämte övriga nu nämnda växter. — Den *Fuscum*-rika förnatypen träffas inom torvmarker med ytvegetation av trädbevuxen *Fuscum*-rismosse och den *Russowii*-rika förnatypen under

trädbevuxen *Russowii*-rismosse (= klotstarr-rismosse) eller hjortronrik gransumpskog.

Under förnaskikten komma lager av *Sphagnum fuscum*- resp. *Sphagnum Russowii*-torv av växlande mäktighet. *Fuscum*-torven är bildad av stam- och bladrester av *Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*, *S. magellanicum* samt rötter och stamdelar av cyperacéer, bland vilka främst märkes *Eriophorum vaginatum*. Vidare ingå rester av *Andromeda*, *Oxycoccus*, odon, dvärgbjörk, ljung samt stubbar och barkbitar av tall. *Russowii*-torven har en liknande sammansättning. Enda skillnaden är, att *Sphagnum fuscum* ersättes av *Sphagnum Russowii* samt att rester av björk (*Betula alba*) ingå allmänt.

Sphagnum fuscum- och *S. Russowii*-torvlagren underlagras knivskarpt av torvdylager, som sträcka sig ned till moränen. Torvdyn är fossilfattig. Av mikroskopiska fossil träffas pollen av skogsträd, ericacéer, cyperacéer m. fl. fanerogamer; vidare rhizopoder och sporer av mossor, ormbunkar och *Lycopodium*. Av makroskopiskt igenkännbara fossil märkas främst radiceller och fibrer av cyperacéer, barkhylsor av ris samt stubbar av tall. Vidare förekomma björknäver och skalbaggsdelar.

Tallstubbarna träffas i ungefär samma frekvens i alla delar av torvdylagren. Detta framgår tydligt å profil E—F (Strängmyren) mellan stickorna 80—190, där de utritade stubbarna äro noga inmätta. Se vidare fig. 28, som visar samma ställe. Samma gäller för björkresterna i torvdylagren under *Russowii*-torv. Däremot äro björkresterna inom »*Fuscum*-torvmarker» nästan genomgående bundna till torvdylagrens nedersta mot mineraljorden gränsande delar.

Modersamhället för ovannämnda *Sphagnum fuscum*-torv är säkerligen trädbevuxen *Fuscum*-rismosse och för *Sphagnum Russowii*-torven trädbevuxen *Russowii*-rismosse (klotstarr-rismosse) eller hjortronrik gransumpskog. Samma modersamhällen hava sannolikt även de torvdylager, som underlagra dessa torvlager. För detta talar förekomsten av de talrika trädstubbarna, Även ha i alla de fall, där ett mindre starkt förmultnat lager träffats insprängt i ifrågavarande torvdylager, detta varit bildat av *Sphagnum fuscum*-torv resp. *Sphagnum Russowii*-torv (se profil C—D, G 100 och profil E—F, G 140). Som björkrester ofta träffas allmänt i torvdylagrens understa delar inom »*Fuscum*-torvmarker», är det möjligt, att dessa delar utvecklats ur trädbevuxen *Russowii*-rismosse. (Björken ingår nämligen allmänt i detta växtsamhälle, men spelar liten roll i *Fuscum*-rismossen.)

Mellan stickorna 440 och 640 på profillinjen A—B träffas torvmarker av typ II. Lagerföljden utgöres av överst ett tunt förnalager av *Carex*

Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto. av H. Hesselman 1918.

Fig. 28. Dike genom Strängmyren, gående längs profil E—F mellan stickorna 80 och 190. — Abflussgraben durch Strängmyren. Der Graben geht dem Profil E—F entlang zwischen den Pfählen 80 und 190.

rostrata, *Sphagna* av *Cuspidatum-* och *Palustre*-typ samt *Andromeda* och *Oxycoccus*. Därunder kommer ett lager starkt multnad cyperacé-torv. Denna är rikt genomdragen av ris, särskilt *Betula nana*, samt späda rötter av tall och björk. Detta torvlager underlagras i sin tur av torvdy. Torvdyn är fossilfattig. I densamma träffas endast fibrer och epidermis av cyperacéer, näverstycken av björk samt enstaka strådelar av *Equiseta*. Björknävern är särskilt allmän i torvdylagrets nedre mot mineraljorden gränsande delar. Av mikroskopiska fossil träffas i såväl torv- som torvdylagren pollen av allehanda fanerogamer, insekter, crustacéer, rhizopoder samt framför allt *moss-sporer*.

Att fastställa modersamhället för ovannämnda torv- och torvdylager är ej lätt. Förmodligen hava de båda utgått ur antingen kärrskogar eller trädbevuxna starrmossar. Särskilt det senare förefaller som det mest sannolika.

Efter profillinjen A—B mellan stickorna 1 140—1 200 och efter profillinjen C—D mellan stickorna 1 130—1 220 träffas torvmarker av följande byggnad: Överst kommer ett tunt förnalager av starr, vit- och brun-

mossor. Detta underlagras av ett till mineraljorden sig sträckande starrtorvlager. Starrtorven består av rötter och stamdelar av olika till arten ej bestämbara *Carices* i en mellanmassa av dysubstans, vilken gör, att torven får en smörig konsistens. I starrtorven ingå rikligt rester av *Andromeda* och *Oxycoccus*. Dessutom träffas på vissa nivåer spridda blad av vit- och brunmossor (t. ex. *Sphagnum subsecundum, S. teres, S. fuscum, S. magellanicum, Amblystegium stramineum*) samt strådelar av *Equiseta* och *Phragmites*. — Modersamhället för dessa torvbildningar har med all sannolikhet varit *Carex*-rika dykärr, inom vilka cyperacé- och rismossar uppträtt i smärre fläckar.

Profil J—K, vilken överskär ett kring Slukbäcken — inom det kartlagda områdets sydligaste hörn — beläget parti av myren, visar en från föregående profiler ganska avvikande byggnad. Se fig. 29.

Inom de östra delarna av denna profil träffas följande lagerföljd:

A. Förna av *Sphagnum fuscum, Eriophorum vaginatum,* ris etc.
B. *Eriophorum vaginatum-Sphagnum fuscum*-torv. I torvlagret träffas allmänt rötter av tall och björk samt ris (*Andromeda, Betula nana, Calluna, Oxycoccus, Vaccinium uliginosum*).

Detta lager övergår nedtill med tydlig gräns i:

C. *Carex rostrata-Sphagnum riparium*-torv. Detta torvlager, som är endast obetydligt multnat, innehåller mängdvis *Menyanthes*-frön och *Comarum*-nötter. Vidare träffas i detsamma rester av *Betula alba* i form av blad, ved, näver, frukter och hängefjäll, strådelar av *Equisetum sp.* och blad av *Amblystegium stramineum*.

Under detta torvlager följer ett tunt lager

D. Torvdy och slutligen
E. Morän.

Inom de västra delarna av de av profillinjen berörda delarna, alltså nära själva Slukbäcken är stratigrafien följande:

A. Mullartad torvdy. Lagret är rikt genomdraget av levande rötter, främst av gran. Dessutom träffas vedrester av *Betula alba,* enstaka frön av *Menyanthes* samt »fruktkroppar» av *Cenococcum geophilum*.

Detta lager underlagras med tydlig gräns av:

B. *Carex*-torv med talrika ris- och lövträdsrester. I torven träffas ganska allmänt frukter av *Carices* (t. ex. *Carex rostrata*), nötter av *Comarum,* stamdelar av *Equisetum sp.* och frön av *Menyanthes*.
C. *Polytrichum commune*-torv. Denna torv består nästan uteslutande av björnmossrester, vilka äro synnerligen väl bibehållna. Vidare träffas rester av *Betula alba, B. nana* samt halvgräs, vilka senare ej kunna närmare bestämmas.
D. Torvdy med talrika björknäverrester.

Modersamhället för nyssnämnda *Carex rostrata-Sphagnum riparium*-torv har med all sannolikhet varit trädbevuxen starr-

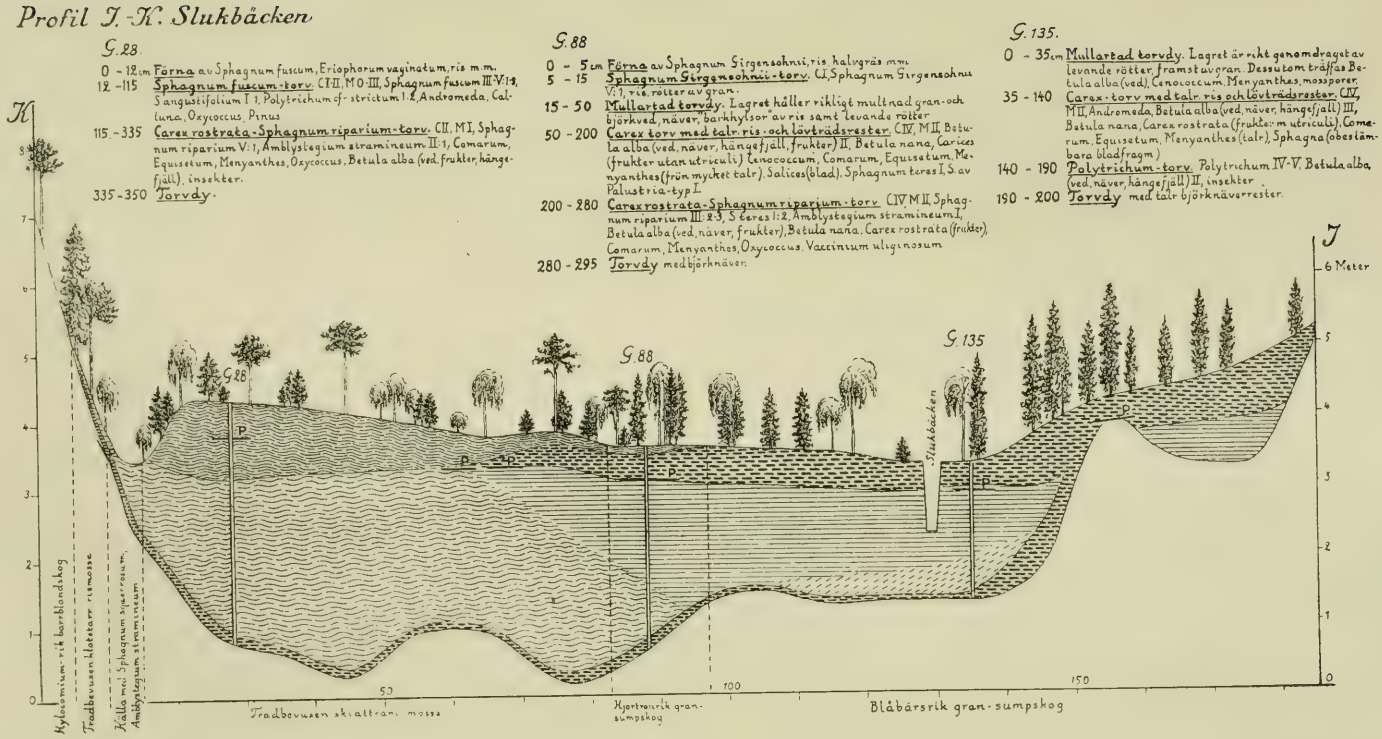


Fig. 29. Profil genom området kring Slukbäcken med gransumpskog. — Profil durch die Partie mit Fichtensumpfwald um Slukbäcken herum. Brutna snedstreck = *Polytrichum*-torv; f. ö. samma beteckningar som å profilplanscherna I och II. — Schrägstrichelung = *Polytrichum*-Torf; sonst dieselben Bezeichnungen wie auf den Profiltafeln I und II.

mosse, där trädskiktet uppbyggts av *Betula alba*, fältskikten av bl. a. *Carices* jämte *Comarum* och *Menyanthes trifoliata* samt slutligen bottenskiktet av ymnig *Sphagnum riparium* med insprängd *Amblystegium stramineum*. Med ganska stor visshet har *Carex*-torven med talrika lövträdsrester samma ursprung. De skillnader, som förefinnas mellan ifrågavarande torvslag, skulle sålunda endast sammanhänga med att förmultningsprocesserna gått längre inom de västra än inom de östra delarna av det av växtsamhället upptagna området.

Eriophorum vaginatum-Sphagnum fuscum-torven, som träffas inom profilens östra del, har utgått ur trädbevuxen *Fuscum*-rismosse.

Modersamhället för den mullartade torvdy, som vilar ovan *Carex*-torv med talrika ris- och lövträdsrester i profilens västra del, är svårt att säkert fastställa. Eftersom *Menyanthes*-frön träffas i torvdyn, torde den åtminstone delvis ha utgått ur ett mera hygrofilt samhälle, och det ligger då nära till hands att misstänka trädbevuxen *Carex*-mosse. — Sannolikt har torvdyn i detta fall bildats sekundärt, sedan torrare förhållanden inträtt och blåbärsrik gransumpskog ersatt den trädbevuxna *Carex*-mossen på myrens yta.

Kap. 4. DEGERÖ STORMYRS VATTENFÖRHÅLLANDEN.

Trots de talrika undersökningar, vilka under de senaste 50 åren ägnats torvmarkernas naturförhållanden, har deras hydrologi ännu ej varit föremål för något mera ingående studium. Den litteratur, som behandlar denna sak, är påfallande liten. Så mycket mer överraskande är detta, som mineralmarkernas vattenförhållanden under samma tidrymd i stor omfattning framgångsrikt studerats av ett flertal forskare, bland vilka särskilt kunna nämnas K. Keilhack (1917), E. Prinz (1919), J. G. Richert (1911), Ch. Slichter (1902) och A. Thiem.

Att söka åstadkomma en utredning av torvmarkernas vattenförhållanden kan därför tyckas vara en både tacksam och lockande uppgift. Svårigheterna härvidlag äro dock så pass stora, att en slutgiltig lösning av alla de problem, som äro knutna till uppgiften, länge torde låta vänta på sig.

Den framställning, jag i detta kapitel går att lämna av Degerö stormyrs vattenförhållanden, utgör ett första försök att efter mera allmänna synpunkter belysa frågan om vattenomsättningen i torvmarker. På grund av att, som redan nämnts, torvmarkshydrologiska frågor så litet behandlats i litteraturen, har jag ansett lämpligt att så disponera föreliggande uppgift, att i ett första underkapitel behandlas torvmarkshydrologiens grundbegrepp och de allmänna förutsättningarna för grundvattnets bildning och förekomst. Tvenne därpå följande underkapitel ägnas åt Degerö stormyrs speciella vattenhushållning och en diskussion av försumpningsprocessernas inom myrkomplexet mekanik. Slutligen kommer som ett appendix en redogörelse för Degerö stormyrs torrläggningsmöjligheter.

A. Torvmarkshydrologiens grundbegrepp m. m.

Terminologi. Inom torvmarkerna uppträder vattnet väsentligen på tvenne olika sätt, nämligen: 1. Av torvjordarterna på ett eller annat sätt bundet; 2. Som en m. l. m. sammanhängande vätskekropp, vilken utfyller jordpartiklarna och rör sig under inflytande av tyngdkraften (*hydrostatiskt vatten*).

I direkt anslutning till S. Odén (1923, s. 7—8) indelar jag det till torvjordarterna bundna vattnet på följande sätt:

A. Mekaniskt bundet vatten (*okkluderat vatten*). Vatten utfyllande större hålrum inom de i torvjordarterna ingående växtresterna (t. ex. i hyalinceller hos vitmossor). — I oförmultnad torv förekommer en stor del av vattnet bundet på detta sätt och kan lätt avlägsnas genom pressning vid relativt låga tryck.

B. Fysikaliskt bundet vatten (*kapillärt vatten*). Vatten, som fasthålles eller rör sig under inflytande av kapillära krafter. — En stor del av detta vatten kan avlägsnas genom starkare tryck, varigenom kapillärernas väggar pressas ihop och vattnet avrinner.

C. Kolloidkemiskt och kemiskt bundet vatten.

a. »*Kolloidvatten*». Vatten, bundet på samma sätt som vattnet i gelatin eller agar-agar.

b. *Hydratationsvatten*. Vatten bundet på samma sätt som vattnet i kristaller etc.

c. *Väte- och hydroxylgrupperna*, vilka ännu ej reagerat under vattenbildning, men som vid höjning av temperaturen först långsamt och så allt hastigare reagera med varandra exotermiskt under bildande av vatten.

Det i torvmarkerna förekommande hydrostatiska vattnet brukar vanligen grupperas i nedanstående typer:

A. Sjunkvatten. Sådant vatten, som under inflytande av tyngdkraften tränger ned från markytan mot grundvattnet.

B. Grundvatten. Sådant underjordiskt vatten, som vilar på svårgenomträngligare skikt i jordskorpan eller i detta läge rör sig under inflytande av tyngdkraften.

a. *Grundvatten* i vanlig bemärkelse. Grundvatten, vilket förekommer och rör sig inom porösare delar av jordskorpan och där bildar en sammanhängande vätskekropp, vilken utfyller mellanrummen mellan jordpartiklarna.

b. *Klyft-* och *ådervatten*. Sådant vatten, som samlas eller rör sig i underjordiska större kaviteter eller ådror.

C. Dag- eller ytvatten. Vatten i sådant läge, att den fria vätskeytan står i direkt beröring med atmosfären.

Nu nämnda former av hydrostatiskt vatten stå varandra synnerligen nära. Förutsättningarna för uppkomsten av den ena eller andra typen sammanhänga med markens struktur, sättet för vattentillförseln och vattentillgångens storlek. Är vattentillrinningen på markytan större än avrinningen, bildas självfallet ytvatten; och som nedsjunkningen sker långsammare i täta än i porösa marker äro dessa förstnämnda predisponerade

att hålla ytvatten. Är däremot marken porös, så att tilloppsvattnet lätt infiltreras, bildas först sjunkvattenströmmar. Dessa övergå sedermera, då de nått svårgenomträngligare skikt i marken, till att bli grundvatten i vanlig bemärkelse eller — om det nedsipprande vattnet samlas i större kaviteter eller ådror — klyft- och ådervatten.

Torvmarkernas jordslag hava som bekant ofta mycket stora förutsättningar att hålla vatten mekaniskt och kapillärt bundet. Särskilt gäller detta vissa vitmosstorvslag, såsom oförmultnad *Sphagnum fuscum*-torv. Enligt W. BERSCH (1912, s. 49) kan oförmultnad vitmosstorv stundom hålla ända till 20 à 24 gånger och svagt multnad vass- och grästorv 10 à 12 gånger sin egen vikt vatten. Däremot är torvslagens förmåga att kapillärt leda vatten av allt att döma vanligen ganska ringa (se BERSCH 1912, s. 48).

På grund av torvslagens stora vattenuppsupande förmåga försvåras och i vissa fall t. o. m. omintetgöres sjunkvattnets nedträngande från markytan mot grundvattnet. Även grundvattenströmmarna röna självfallet ej sällan inverkan av torvmarkernas förmåga att kapillärt och mekaniskt binda vatten. Är torvmarkens avvattning stor i förhållande till vattentillförseln, kunna stundom smärre grundvattenströmmar upphöra att rinna och vattnet helt och hållet bindas som okkluderat och kapillärt vatten.

Om grundvattnet i torvmarker. Vid grävning i torvmarker — dessa må vara belägna i svackor eller på sluttande underlag — finner man nästan alltid, att under en viss nivå markens porer äro helt och hållet fyllda med vatten. Denna nivå plägar benämnas grundvattennivån. Stundom ligger grundvattennivån mycket nära markytan, stundom träffas densamma på ett ganska stort djup.

På samma ställe varierar vanligen grundvattnets stånd vid olika tidpunkter. Det brukar vara högst på våren efter snösmältningen samt efter starka regn, lägst under varmaste och torraste delen av sommaren.

Att grundvatten samlas i torvmarker sammanhänger — som redan nämnts — med att det infiltrerade vattnet under dess av tyngdkraften bestämda lopp nedåt stöter på svårgenomträngligare skikt i marken. Huru grundvattensförhållandena sedermera komma att gestalta sig bestämmes av relationen i storlek mellan å ena sidan tillrinningen och å andra sidan avdunstningen och avrinningen.

Med hänsyn till grundvattnets avrinningsmöjligheter inom torvmarker råda synnerligen stora växlingar. För denna sak äga främst följande faktorer betydelse:

1) Markens struktur.
2) De vattenförande lagrens lutningsförhållanden.
3) Vattnets temperatur.

Vad de vattenförande lagrens lutningsförhållanden beträffar, spela dessa stor roll för vattnets hastigare eller långsammare framrinnande. Inom mera horisontella lager bli exempelvis vattnets rörelser alltid mindre livliga än inom lutande, om övriga på strömningen influerande förhållanden äro lika. Äro de vattenförande lagren vågformigt böjda, och vattnet ej framrinner i slutna rör, stagnerar en del av det framrinnande vattnet i sänkorna.

Av ännu större betydelse för vattenströmningarnas livlighet än nu nämnda faktorer är markens struktur. Är kolloidhalten stor och porerna trånga hos de jordslag, som uppbygga marken, blir deras förmåga att leda vatten nedsatt. Genomgående framrinner under lika lutnings-, tryck- och temperaturförhållanden grundvattnet vida långsammare än ytvattnet, beroende på det ofantligt mycket större friktionsmotstånd grundvattnet har att övervinna i jämförelse med ytvattnet, då det sipprar fram i de fina och oregelbundna kanaler och porer, vilka genomsätta marken.

För att närmare belysa frågan om olika torv- och torvdyslags vattengenomsläppande förmåga har jag gjort försök med att låta vatten filtrera igenom torv- och torvdyskivor av en bestämd storlek och tjocklek och uppmäta filtratmängden efter en viss tid.

Det tekniska utförandet av dessa mina försök var följande: Av torvjordarna utsågades i fältet med *ytterst stor noggrannhet*[1] skivor i storleken 35 × 32 cm och med en tjocklek av 5 cm. Dessa skivor placerades i zinklådor, vilka invändigt voro 37 cm långa och 34 cm breda. Lådornas bottnar voro försedda med galler, vilka hade en storlek av 30 × 33 cm. På ena kortsidan var anbragt en bred pip, 7 cm över lådans botten. — Se vidare fig. 30, vilken bättre än ord visar apparaturen vid undersökningarna.

Sedan en torvskiva placerats i en dylik låda göts gips som tätningsmaterial i mellanrummet mellan lådans väggar och torvskivan och vidare i en 1 cm bred kant på torvskivans översida. Härigenom kom alltså skivans fria översida, vilken vid vattengenomsläpplighetsbestämningarna användes som bevattningsyta, att erhålla en storlek $^1/_{10}$ m^2.

Vid bestämningen av torvjordarnas vattengenomsläppande egenskaper rådde ett stationärt tillstånd. Vatten hölls konstant på en nivå 2 cm över skivorna. (Detta vattenstånd åstadkoms — som lätt inses — automatiskt med den placering avloppspipen erhållit och genom att vattentillförseln gjordes större än bortrinningen genom torvskivan.)

[1] Torvskivorna utsågades med »fogsvansar» av sådan modell, som användes vid inläggning av parkettgolv. De utsågade skivorna upphämtades ur torvmarken och placerades i zinklådorna med tillhjälp av särskilt konstruerade gallerplåtar, vilka befunnits synnerligen ändamålsenliga. Med den teknik, som användes vid provtagningen har faran för slitningar eller sammanpressningar i skivorna nedbringats till ett minimum. — Skivorna, som underkastades filtreringsförsök, hade sålunda nära nog i minsta detalj samma struktur som i det naturliga läget.

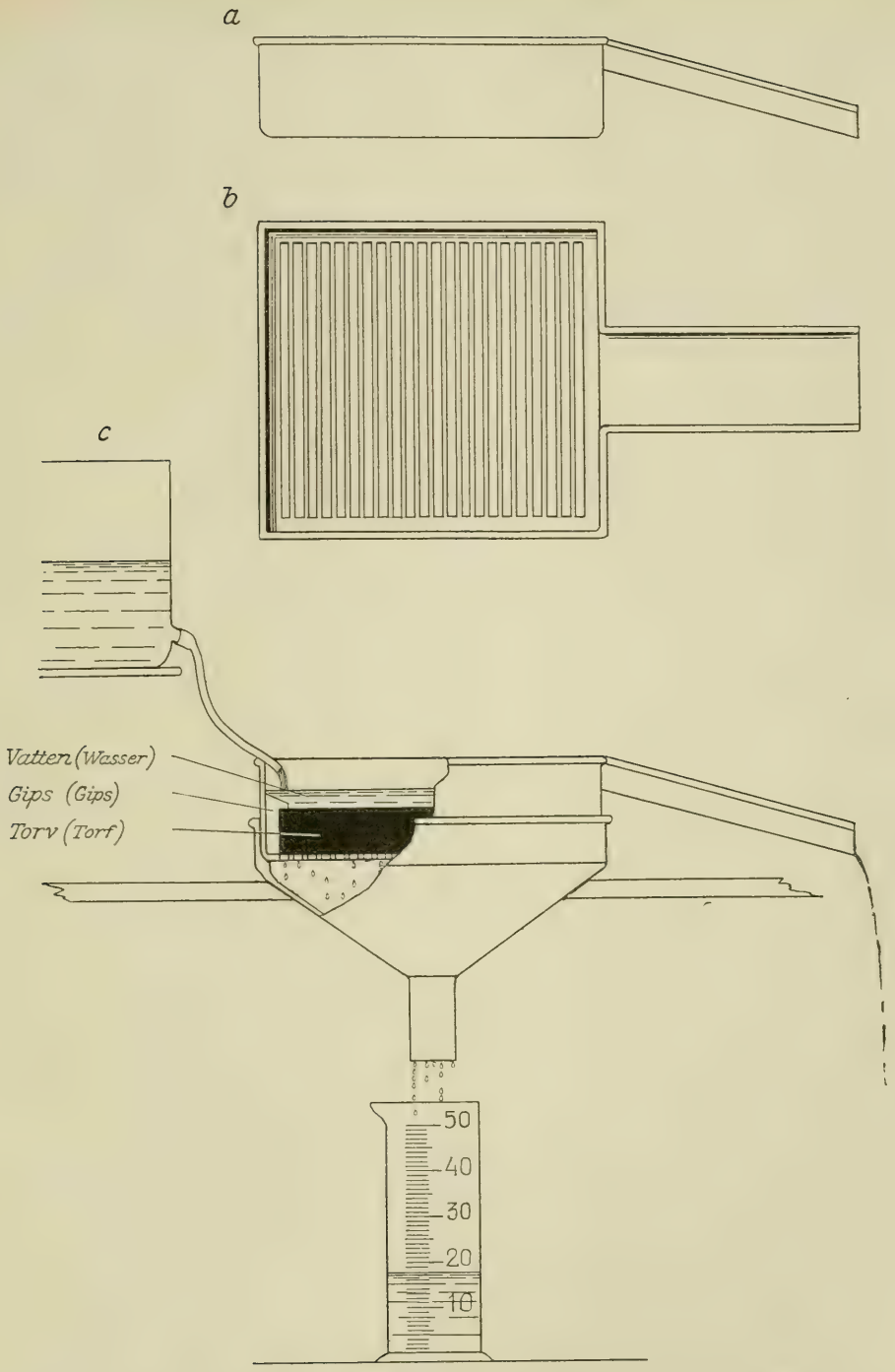


Fig. 30. Apparatur vid undersökningarna av olika torvjordarters vattengenomsläppande förmåga. *a* Zinklåda, i vilken skivorna av torvjordarterna placerades, sedd från sidan; *b* samma låda, sedd uppifrån. *c* Apparaten i bruk.

Apparatur zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit verschiedener Torfarten. *a* Seitenansicht des Zinkkastens, in dem die Torfscheiben (mit Gipsdichtung) eingesetzt wurden; *b* Aufsicht desselben. *c* Versuchsanordnung.

Tab. 13. **Bestämningar å olika torvjord-**
Bestimmung der Durchlässigkeit

Insamlingsorter Ort der Probenahme	Provets art Natur der Probe	Förmultningsgrad Vermoderungsgrad
Carex rostrata-mosse, Flakatjälsmyren	*Carex rostrata-Sphagnum*-torv	Svagt förmultnad
Carex rostrata-mosse, Kronmyren	*Carex rostrata-Sphagnum*-torv.	Täml. starkt förmultnad
Scirpus austriacus-mosse, Kronmyren	*Scirpus austriacus-Sphagnum*-torv.	Svagt förmultnad
Scirpus austriacus-mosse, Kronmyren	*Scirpus austriacus-Sphagnum*-torv.	Svagt förmultnad
Scirpus austriacus-mosse, Kronmyren	Torvdyartad torv	—
Eriophorum vaginatum-mosse, Flakatjälsmyren	*Eriophorum vag.-Sphagnum*-torv	Svagt förmultnad
Källa på Kåtaåsen	Torvdy	—
Källa på Kåtaåsen	Torvdy	—
Mossrikt kärr, Hässjeängen	Starrtorv	Tydligt förmultnad
Eriophorum polystachyum-kärr, Kronmyren	Torvdyartad torv	—
Fuscum-rismosse, Kronmyren	*Fuscum*-torv	Svagt förmultnad
Fuscum-rismosse, Kronmyren	*Fuscum*-torv	Svagt förmultnad
Fuscum-rismosse, Kronmyren	*Fuscum*-torv	Tydligt förmultnad
Fuscum-rismosse, Kronmyren	*Fuscum*-torv	Täml. starkt förmultnad
Fuscum-rismosse, Kronmyren	Torvdyartad torv	—
Fuscum-rismosse, Kronmyren	Torvdyartad torv	—
Russowii rismosse, Försöksfältet	Torvdy	—
Gransumpskog, Försöksfältet	Sandig torvdy	—
Gransumpskog, Försöksfältet	Torvdyartad torv	—
Fuscum-rismosse, Siljansfors, torvtaget	*Fuscum*-torv	Svagt förmultnad
Fuscum-rismosse, Siljansfors. Stormossen	Torvdy	—
Russowii-rismosse, Siljansfors, Harkonberget	Torvdyartad torv	—
Carex rostrata-mosse, Siljansfors, torvtaget	Starrtorv	Tydligt förmultnad

Erklärungen: *Kolonne 1:* mosse, myr = Moor; mossrikt kärr = *Amblystegium*-Moor; rismosse = Zwergstrauch-Moor; *Kolonne 2:* starrtorv = Seggentorf; torvdy = Torf-Dy (hochhumifizierter Torf);

arters vattengenomsläppande förmåga.

verschiedener Torfarten für Wasser.

Provens mekaniska sammansättning i viktsprocent. Mechanische Zusammensetzung der Probe in Gewichtsprozenten		Provets läge i marken	Vattnets temperatur	Filtratmängd per timme
Grövre beståndsdelar medeldiam. > 0,3 mm. Gröbere Bestandteile Mitteldurchmesser > 0,3 mm	Finare beståndsdelar medeldiam. < 0,3 mm. Feinmaterial Mitteldurchmesser < 0,3 mm	Lage des Probestücks im Boden	Temperatur des Wassers °C	Filtratmenge pro Stunde liter
86	14	Horisontalt	7,5	27,60
64	36	Horisontalt	7,2	14,16
82	18	Horisontalt	8,4	5,49
89	11	Vertikalt	8,4	29,40
85	15	Vertikalt	8,0	15,30
45	55	Horisontalt	8,4	0,44
80	20	Horisontalt	7,5	15,60
73	27	Vertikalt	7,5	14,10
4	96	Horisontalt	7,5	1,60
17	83	Horisontalt	7,5	4,00
56	44	Horisontalt	7,5	20,28
55	45	Vertikalt	7,5	12,12
23	77	Vertikalt	7,2	0,75
89	11	Horisontalt	7,4	99,00
78	22	Horisontalt	7,0	12,30
96	4	Vertikalt	7,0	59,40
60	40	Horisontalt	7,2	2,52
71	29	Vertikalt	7,2	7,56
78	22	Horisontalt	8,0	1,00
59	41	Vertikalt	8,0	0,54
55	45	Vertikalt	7,5	0,032
58	42	Horisontalt	8,0	0,24
63	37	Vertikalt	8,0	0,24
25	75	Horisontalt	8,5	0,016
3	97	Vertikalt	8,5	0,036
2	98	Horisontalt	8,0	1,075
46	54	Horisontalt	8,0	0,945
—	—	Horisontalt	—	> 200,00
		Vertikalt	—	> 200,00
—	—	Horisontalt	—	0,15
		Vertikalt	—	0,13
—	—	Horisontalt	—	0,60
—	—	Horisontalt	—	8,00

Kolonne 3: svagt = schwach, tydligt = deutlich, tämligen starkt = ziemlich stark, förmultnad = vermodert; *Kolonne 6:* Horisontalt = wagerecht, Vertikalt = lotrecht.

Några resultat från dylika bestämningar,[1] utförda å de vanligast förekommande torvjordarna inom Degerö stormyr och på Siljansfors i Mora socken (Dalarne), belysas av tabell 13.

En blick på tabellens siffror visar omedelbart att synnerligen stora skillnader råda mellan olika torvmarksjordar med hänsyn till deras vattenledande egenskaper. Vissa torvslag, såsom olika typer av oförmultnad vitmosstorv, ha goda vattengenomsläppande egenskaper; andra torvslag, särskilt om de äro starkare förmultnade, äro svårgenomträngliga för vatten. Genomgående äro torvdyslagen mycket svårgenomträngliga. Den torvdy, som träffas inom Degerö stormyrs rismossepartier, är ofta mer än tusen gånger svårgenomträngligare för vatten än de oförmultnade vitmosstorvslagen.

Slutligen komma vi till frågan om temperaturens betydelse. Vid höga temperaturer är vattnets viskositet mindre än vid låga. Detta har till följd, att under för övrigt lika förhållanden strömhastigheten blir något större vid högre värmegrader än vid lägre.

Viskositeten brukar uttryckas genom en koefficient, som anger motståndet mot vattnets rörelse i en kapillär, där friktionsytan och ändringen av strömhastigheten från denna yta inåt röret till äro = 1 i de valda enheterna. Viskositeten kan även anges genom en fluiditetskoefficient, som är inverterade värdet av den förra och alltså är ett mått på huru mycket som rinner igenom en kapillär av bestämda dimensioner vid ett visst tryckfall.

Fluiditetskoefficienten för vatten är enligt fysikernas bestämningar (LANDOLT-BÖRNSTEIN 1912):

Vid 0°	5,6	Vid 20°	10
5°	6,6	25°	11,2
10°	7,6	30°	12,5
15°	8,8		

Vid försök med grov sand fann F. KING (1892, s. 66), att mängden avrinnande vatten vid 9° var 6,15 gr., vid 12,6° 7,05 gr., vid 23,8° 9,01 gr. och vid 32,5° 10,54 gr. per minut.

På grund av att så stora växlingar råda inom olika delar av en myr beträffande lutnings- och strukturförhållanden samt vatteninfiltrationens belopp komma också grundvattensförhållandena helt naturligt att bli högst varierande. Inom ett parti framrinner grundvattnet hastigt, inom ett annat långsamt. Inom ett tredje ansamlas grundvattnet i bassänger, varifrån det väsentligen avrinner över vissa passpunkter. På vissa håll framrinner grundvattnet i en långsträckt ränna och med utpräglad rö-

[1] Den enda felkälla som jag hitintills kunnat finna hos denna min metod att bestämma den vattengenomsläppande förmågan hos olika torvjordarter, är att filtratmängden sakta avtar ju längre försöken pågå. Denna felkälla är dock ganska obetydlig. Med anledning av densamma har jag aldrig låtit försöken pågå över 24 timmar. Vanligen har försökstiden inskränkts till endast 1 timme.

relseriktning, då på andra ställen grundvattnet breder ut sig över ett vidsträckt plan o. s. v.

Inom själva myren kan man därför urskilja mer och mindre utpräglade strömbanor eller vattenströmmar. Dessa äro dock i regel ej att uppfatta som skilda vattensystem, utan snarare som stråk med livligare vattenrörelse inom ett sammanhängande vätskesystem.

Då jag i det följande för torvmarkers vidkommande talar om *kraftiga* och *svaga* grundvattenströmmar, tänker jag uteslutande på deras *leveransförmåga* (volym vatten per tidsenhet) och bortser från storleken av strömmarnas vätskevolym. Kraftiga grundvattenströmmar framrinna endast inom sådana delar av myren, där friktionsmotståndet för det framströmmande vattnet är ringa och tillflödena rikliga. Svaga grundvattenströmmar framrinna inom sådana delar, där friktionsmotståndet är stort eller tillflödena obetydliga.

B. Degerö stormyrs vattenhushållning.

Som redan nämnts, sönderfaller Degerö stormyr topografiskt i tvenne huvudområden, ett ostligt och ett västligt. Dessa områden ha även i hydrologiskt hänseende endast ringa förbindelse med varandra.

Tillrinning och avvattning. Myrkomplexets tillflöden äro av följande slag:

a. Terrestriska:

1. Bäckar; 2. Källor och andra grundvattensflöden; 3. Ytligt avrinnande regn- och smältvatten från omgivande fastmarker.

b. Atmosfäriska:

1. Regn; 2. Snö; 3. Dagg.

På grund av myrkomplexets läge nära krönet av ett till arealen ganska obetydligt högland tillföres detsamma inga större mängder terrestriskt vatten. Bäckarna äro få och obetydliga. De viktigaste äro Sluk- och Holmyrbäckarna, vilka mynna i Storkåtatjärnen och avbörda vatten från tvenne myrar belägna strax söder om Degerö stormyr. Källor och andra grundvattenflöden gå talrikt i dagen inom myrkomplexet, men även dessas kapacitet är genomgående ringa. Som framgår av kartorna över myren (fig. 31), förekomma källorna talrikast på myrens sydvästra sida och där särskilt vid foten av Kåtaåsen. Enstaka källsprång träffas vidare nedanför Storliden, Flakatjälen, Stormyrtjälen och Storlundsskogen.

De atmosfäriska tillflödena synas viktigare för myrens vattenhushållning än de terrestriska. Detta framgår omedelbart av en jämförelse

mellan nederbördsområdet för Degerö stormyrs terrestriska tillflöden, som är c:a 368 hektar stort, och myrens egen areal, omkring 648 hektar. Om vi utgå ifrån nu nämnda siffror och nederbördssumman per år 463 mm, tillföres alltså myrkomplexet direkt i form av snö och regn årligen 3 millioner kubikmeter och indirekt, genom de terrestriska tillflödena, allra högst 1,7 millioner kubikmeter vatten.

Degerö stormyr avvattnas genom: 1. Bäckar och grundvattenströmmar; 2. Avdunstning från marken; 3. Vegetationens transpiration.

Det östra områdets viktigaste bäck är Kåtatjärnsbäcken. Genom denna avvattnas Storkåtatjärnen samt Stor-, Sträng-, Borst- och Flakatjälsmyrarna. Det västra områdets förnämsta bäckavflöde utgör Vargstubäcken,

Utom genom bäckar avrinner en del av Degerö stormyrs överloppsvatten genom infiltration i myrens av hårt packad morän uppbyggda bädd. Denna vattentransport påvisades först av H. HESSELMAN (HESSELMAN 1910, s. 100). Utströmningen av vatten genom myrens bäddar torde dock i närvarande tid spela en ganska liten roll för Degerö storavvattning. Detta sammanhänger med, att vatteninfiltrationen i bäddarna i hög grad försvårats sedan höghumifierade torvslag kommit att bekläda desamma. — Även hårt packade moräner ha som bekant ganska små vattengenomsläppande egenskaper (se J. G. RICHERT 1911, s. 21, T. WESTERMANN 1909, K. E. SAHLSTRÖM 1913). Det enda vatten, som med någon större hastighet passerar dylika jordar, är det, som framrinner inom i dessa förekommande sprick- och ådersystem.

Inom vilka partier av Degerö stormyr, infiltrationen i bäddarna försiggår livligast är svårt att säga. Förmodligen är det inom fornsjöområden, där gyttjelagren äro grunda, såsom exempelvis inom västra delen av Kronmyrfornsjön. — Inom transgressionsområden med mäktiga torvdylager torde vatteninfiltrationen i moränbäddarna vara synnerligen ringa.

Vi komma så över till frågan om avvattning genom avdunstning från marken och vegetationens transpiration. Över relationen i storlek mellan avrinningen och avdunstningen från Degerö stormyr föreligga inga mätningar. Sannolikt spelar avdunstningen den viktigaste rollen för myrens avvattning.

Beträffande avdunstningen från en myr är denna vanligen större än från en fri vattenyta av samma storlek. Detta framgår tydligt av nedanstående i tabell 14 meddelade siffror.

Metodiken för dessa transpirationsförsök, vilken utarbetats av professor H. HESSELMAN, var följande: Av översta markskiktet jämte det levande växttäcket utskuros med tillhjälp av en särskild provtagningsapparat cylindriska stycken med bottenytor av 2,2 dm^2:s storlek och en höjd av 1,75 dm. Dessa

Tab. 14. Från 2,2 dm² vatten- resp. mosseyta avdunstade vattenmängder i gram.
Von 2,2 dm² Wasser- bezw. Moorfläche verdunstete Wassermengen, in Gramm.

Observationstid Beobachtungszeit	Öppet vatten Wasserfläche Gr.	*Carex rostrata*-mosse med *Sphagnum papillosum* Gr.	Tuvsävmosse med *Sphagnum compactum* Gr.	*Sphagnum fuscum*-mosse Gr.	*Sphagnum acutifolium*-tuva Gr.
20—21 juli 1918	57	79	84	75	82
21—22 »	35	48	47	48	48
22—23 »	54	72	73	69	69
23—24 »	60	81	80	75	76
24—25 »	45	56	52	53	54
25—26 »	42	60	56	49	48
26—27 »	45	52	50	40	35
27—28 »	57	70	65	48	36
28—29 »	29	41	39	25	17
29—30 »	52	67	60	42	27
30—31 »	58	73	67	39	24
Summa	534	699	673	563	516

överfördes i öppna zinkburkar av samma dimensioner som torvstyckena. (Det levande växttäcket placerades självfallet överst i burken.) Härefter tillfördes vatten till burkarna i sådan mängd, att vattenståndet i resp. burk blev detsamma som på den plats, där provet insamlats.

Burkarna med prov vägdes. Efter vägningen placerades desamma inom ett öppnare parti av myren, nära intill varandra och i hål i marken av samma storlek som burkarna. Härigenom kommo alltså burkarnas överkanter i jämnhöjd med markytan. Vägningen upprepades en gång i dygnet (kl. 6 e. m.), och avdunstningen bestämdes av viktsskillnaden hos försökskärlet vid början och slutet av observationstiden.

Att den totala mängden avdunstat vatten från *Sphagnum acutifolium*-tuvan vid observationstidens slut understiger mängden avdunstat vatten från en fri vattenyta sammanhänger med, att det tämligen snart inträdde vattenbrist inom *Sphagnum acutifolium*-tuvan. (Vatten påfylldes ej under försökets gång.) Ända t. o. m. den 26 juli avdunstade dock *Acutifolium*-tuvan mera än det öppna vattenkärlet.

Vattenströmmar inom myrkomplexet. Inom Degerö stormyr framrinner vattnet huvudsakligen som grund- och ytvatten. Sjunkvattenströmmar förekomma främst efter regn och vid snösmältning.

Genom mina undersökningar somrarna 1919 och 1922 känner man tämligen väl riktningen och utsträckningen av Degerö stormyrs yt- och grundvattenflöden. Läget av dessa strömmar belyses av vidstående karta fig. 31.

Fig. 31. Karta över vattenströmarna inom myrkomplexet. De starka grundvattenströmmarna följa i huvudsak gamla övervuxna bäckar. De större ytvattenströmmarna äro vanligen bundna till av kärrformationer upptagna partier. Fornsjöarna äro fortfarande viktiga vattenreservoirer.

Karte über die Wasserbahnen innerhalb des Moorkomplexes. Die stärkeren Grundwasserläufe folgen in der Hauptsache alten überwachsenen Bächen. Die stärkeren Oberflächenströme sind gewöhnlich an von *Amblystegium*-Moor- und Dy-Sumpf-Formationen eingenommene Partien gebunden. Die Altseen sind noch wichtige Wasserbehälter.

Vid bestämmandet av de starkare grundvattensströmmarnas lopp inom Degerö stormyr har jag utgått från ställen, där större bäck- eller källtillflöden infiltreras i myren. Härefter hava studierna inriktats på att i möjligaste mån följa det infiltrerade bäck- och källvattnets framrinnande som grundvatten. Som grundvattnet strävar nedåt i den riktning, där minsta motstånd möter, och motståndet för det framrinnande vattnet i sin tur i främsta rummet dikteras av markens strukturella beskaffenhet, har jag baserat mina undersökningar över grundvattnets strömbanor på ett ingående studium av myrkomplexets torvgeologiska byggnad och de ingående jordslagens porositet. Med andra ord: Jag har på geologisk väg sökt att fastställa de stråk inom myrkomplexet, där torvbildningarna äro som luckrast och härigenom ha de största förutsättningarna att vara goda ledningsbanor för det framströmmande grundvattnet.

Ett dylikt luckert stråk genomskär profil G—H (profilplansch II) mellan 375 och 385. Vidare äro flera dylika genomskurna av profil A—B (profilplansch I) t. ex. mellan 180 och 210 samt mellan 810 och 900. Upptagas gropar inom dessa stråk, fyllas desamma nästan omedelbart med vatten. Om man gräver gropar inom torvbildningar, belägna endast ett fåtal meter vid sidan om dessa stråk, fyllas dessa däremot ytterst långsamt.

Undersöka vi de vattenledande egenskaperna hos torvbildningar, vilka förekomma inom myrens transgressionsområden och inom dess fornsjöområden — som bottenfasta eller gungflybildningar — finna vi, att ofantligt stora skillnader råda. Transgressionsområdenas torvbildningar visa ofta dåliga vattenledande egenskaper. Detta gäller generellt desammas undre av torvdy bestående skikt. (Se tabell 13). Väl genomsläppliga för vatten äro däremot flertalet inom sjöar och bäckar uppkomna torvbildningar. På grund av dessa förhållanden söka sig de starka grundvattensströmmarna huvudsakligen väg inom sådana delar av myrkomplexet, som utvecklats ur bäckar och sjöar. Detta är en sak av stort teoretiskt intresse, nämligen att myrens primära strömbanor även efter långt framskriden igenväxning spela stor roll som dräneringsstråk.

Efter denna kortfattade redogörelse över metoden för mina hydrologiska undersökningar vill jag nu övergå till att ge en framställning av Degerö stormyrs yt- och grundvattensförhållanden. Början göres med de starkare strömmarna.

Inom det östra området träffas förutom Sluk- och Holmyrbäckarna sex »pulsådror» för grundvatten. (Se fig. 31.) — Dessa stråk, där starkare grundvattensströmmar gå fram, ge sig vanligen även tillkänna på torvmarkens yta genom vegetationens sammansättning. Sålunda uppträda med förkärlek trädbevuxna cyperacé-mossar och *Carex rostrata*-mossar över desamma. — Av dessa nu nämnda starkare grundvattensströmmar mynna trenne i Storkåtatjärnen. Övriga avbörda sitt vatten direkt i Kåtatjärnsbäcken. Av dessa senare tager en sin

början nedanför en källa på Kåtaåsen och rinner först mot Stortjärnens fornsjöområde. Från detta område söker sig vattnet sedan väg i huvudsakligen västlig riktning, följande Stormyrfornsjöns bäcken. Ungefär halvvägs mellan Stortjärnen och Kåtatjärnsbäcken delar grundvattensströmmen upp sig i tvenne grenar. Den ena av dessa går direkt mot Kåtatjärnsbäcken, den andra böjer av mot norr och avbördar sitt vatten i Strängmyrens fornsjö. Av övriga starka grundvattensströmmar, som mynna i Kåtatjärnsbäcken, tager en sin väg över Flakatjälsmyren; en annan över Borstmyren. Denna sistnämnda börjar nedanför en källa på Storliden.

Det västra områdets vattenförhållanden äro vida mer invecklade. Ett flertal grundvattensbassänger äro där tillfinnandes. Dessa äro bundna till de djupaste partierna av de med cyperacé-mossar upptagna delarna av Kronmyren, Kläppmyren, Storlundsmyren, Fredagsängen m. fl. ställen. (Se kartan.) Grundvattensbassängerna hava alltid utvecklats ur sjöar, där igenväxningen ej skett med bottenfasta torvbildningar utan sjöns yta i stället överspunnits av ett *Sphagnum*-gungfly. — I hydrografiskt hänseende hava grundvattensbassängerna alltjämt en viss sjökaraktär. De kunna liknas vid isbelagda sjöar.

I likhet med förhållandena inom det östra området taga inom det västra flera strömmar av större kapacitet sin början nedanför Kåtaåsen, där de matas med vatten från dess talrika källor. Härifrån framrinna dessa starka strömmar i tämligen fixerade banor antingen som yt- eller grundvatten mot en tjärn eller oftare mot en grundvattensbassäng.

På Skomakareängarna framrinna tvenne ytvattensströmmar, vilka äro lokaliserade till de av dykärr bevuxna partierna. Till formen äro dessa partier långsträckta och få därför nästan karaktären av grunda flodbäddar. Dessa ytvattensströmmar mynna efter 250 meters lopp i Grantjärn-fornsjöns grundvattensbassäng. 250 m NV om Skomakareängarna och på Källängen framrinna ytterligare ytvattensströmmar, vilka avbörda sitt vatten i Nävertjärnens grundvattensbassäng.

Överloppsvattnet från Näver- och Grantjärnarnas grundvattensbassänger nedrinner till Kronmyren. På grund av att den torvklädda morän, som åtskiljer Näver- och Grantjärnarnas grundvattensbassänger från Kronmyren, är i hög grad svårgenomtränglig för vatten är det egentligen endast vatten, som rinner över bassängernas bräddar, som avbördas till Kronmyren. Denna vattentransport är följaktligen störst vid rik vattentillgång och nedgår till ett minimum under tider av torka. Det är främst på trenne ställen överloppsvattnet rinner över den dämmande moränvallen. Ett av dessa ställen ligger 90 m V om Nävertjärnen, ett annat är beläget ytterligare 100 m västerut. På detta sistnämnda ställe har uteroderats en liten bäck. Den tredje passpunkten befinner sig ett fåtal meter norr om Grantjärnen.

Efter passerandet av moränvallen nedrinna de två västra strömmarna nästan omedelbart i Kronmyrens södra grundvattensbassänger. (Se kartan.) Den östra tager däremot före nedrinnandet i Kronmyrens norra grundvattensbassäng en lång omväg över Hässjeängen.

Kronmyrens grundvattensbassänger, vilka stå i nära förbindelse med varandra, avbörda sitt överloppsvatten huvudsakligen åt nordväst till Storlundsmyren. Även här har det avrinnande vattnet att passera över en dämmande moränvall. Över moränvallen framrinner vattnet dels i Storlundsbäcken och dels — under tider, då vattentillgången i Kronmyren är stor — dessutom i

ett antal m. l. m. fixerade yt- och grundvattensströmmar. Dessa senare gå främst fram omedelbart norr om Storlundsbäcken.

Efter starka regn och vid häftig snösmältning händer stundom, att så stora mängder vatten samlas inom Kronmyren, att lägre belägna partier av densamma ställas fullständigt under vatten. Samma gäller även för Kläpp- och Storlundsmyrarna m. fl. områden av myrkomplexet.

Överloppsvattnet från Kronmyren infiltreras tämligen snart efter passerandet av moränvallen ned i Storlundsmyrens grundvattensbassäng.

Utom från Kronmyren mottager Storlundsmyren vidare vatten från Kläppmyren och indirekt även från Fredagsängen, emedan dess vatten avbördas i Kläppmyren.

Fredagsängen och Kläppmyren äro i likhet med Storlunds- och Kronmyrarna etc. i hydrologiskt hänseende tämligen isolerade bäcken. De med höghumifierade torvslag klädda moränvallarna, som begränsa dessa myrpartier, äro nämligen här såsom på alla andra ställen svårgenomträngliga för vatten. Det vatten, som avbördas från Fredagsängen till Kläppmyren och från Kläppmyren till Storlundsmyren är därför huvudsakligen sådant, som runnit över bassängernas bräddar. Om vattenströmmarnas från Fredagsängen och Kläppmyren lägen se kartan.

Nylandsmyren bildar ett tämligen självständigt vattensystem. Inom de djupaste delarna av Nylandsmyren träffas en stor grundvattensbassäng. Denna mottager som ett av sina viktigaste tillflöden vatten från källan 300 m SV om Nylandsmyren. Nylandsmyrens överloppsvatten avbördas till Vargstubäcken. Detta vatten avrinner huvudsakligen i myrens norra del och som grundvatten. Dessutom torde en mindre del av Nylandsmyrens överloppsvatten avrinna åt öster, där det i närheten av Kläppängen förenar sig med den synnerligen väl markerade vattenström, som från Lördagsängen via Nyängstjärnen, Kläppängen och Härjodalen rinner ned till Vargstubäcken.

Utom dessa nu nämnda kraftigare vattenströmmar — myrkomplexets pulsådror — finnes ett otal strömmar av lägre styrka. Dessa framrinna inom sådana delar av myrkomplexet, där friktionsmotståndet är större eller tillflödena obetydligare.

Profil A—B (profilplansch I) ger belysande exempel på partier av myren, där av olika anledningar grundvattnets framrinnande endast sker i svaga strömmar.

Från partiet 980—1,200 (Fredagsängen) strömmar grundvatten till det lägre liggande partiet 650—940 (Kläppmyren). De torvbildningar, som åtskilja dessa båda delar av myren, äro i hög grad svårgenomträngliga för vatten. Härigenom bli grundvattnets rörelser föga livliga, trots den stora nivåskillnaden mellan partierna och Fredagsängens stora vattentillgång.

Samma är förhållandet med grundvattnets strömningar inom partiet 320—650.

Inom partiet 0—100, alltså inom Storlundsmyrens norra mot fastmark gränsande parti, träffas svaga grundvattensströmmar. Dessa strömmar rinna huvudsakligen fram i torvlagrens undre mot torvdylagret gränsande del och mynna i Storlundsmyrens grundvattensbassäng. Som dessa strömmar nästan uteslutande matas av lokalt fallet nederbördsvatten och från ovanliggande fastmark nedrunnet regn- och smältvatten, bli tack vare tillflödets ringa storlek vattenströmmarna vanligen svaga. Särskilt gäller detta självfallet under tider av torka. Under dessa upphöra grundvattensströmmarna i det luckra torvlagret

nästan fullständigt att rinna. (Tager man upp gropar inom dessa partier under torrtider, fyllas dessa endast av vatten, som rör sig eller stagnerar inom det för vatten ytterligt svårgenomträngliga torvdylagret.) I zonen 100—170 äro vattenströmningarna underkastade oupphörliga växlingar. Under tider med lågt vattenstånd i Storlundsmyrens grundvattensbassäng strömmar vatten från stranden mot grundvattensbassängen. Stiger däremot vattenståndet i Storlundsmyrens grundvattensbassäng, gå vattenströmningarna i motsatt led och en inströmning av vatten från bassängen mot stranden äger rum.

C. Diskussion av försumpningsprocesserna inom myrkomplexet[1].

Orsakerna till att ursprungligen torra marker förvandlas till vattensjuka, där försumpningsfloror kunna slå sig ned och ge upphov till myrmarker, äro flera. Vissa försumpningar härleda sig från *ökad vattentillförsel.* Denna kan vara framkallad av nederbördsförhållanden (nederbörden har tilltagit), kulturella ingrepp m. m. Andra försumpningar härleda sig av *ökade avrinningssvårigheter.* Dessa sammanhänga oftast med hinder, som torv- och gyttjebildningar åstadkomma eller med av människan gjorda uppdämningar. Slutligen ha vi en tredje typ av försumpningsorsaker, nämligen *hämmad avdunstning.* Den hämmade avdunstningen kan vara betingad av temperatursänkningar, nedsatt transpiration hos vegetationen etc. — Kort sagt: Försumpningsprocesser äga rum på varje ställe där jämvikten mellan tillrinningen å ena sidan och avrinningen plus avdunstningen å andra förskjutes till förmån för en ökad vattentillgång i marken.

Genom utvecklingshistoriska undersökningar, för vilka närmare redogöres i nästa kapitel (sid. 152), har framgått, att Degerö stormyr vid tiden för inlandsisens tillbakagång endast bestod av ett antal grunda sjöar. Dessa intogo sänkorna inom moränområdet mellan Kåtaåsen och Stormyrtjälen — Flakatjälen. Moränbildningarna utfylla i sin tur en skålformig sänka i berggrunden.

Tidigt inkom växt- och djurliv i dessa sjöar. En livlig avsättning av torv och gyttja ägde rum; och detta resulterade i att sjöarna småningom övergingo till myr.

Samtidigt med denna utveckling började sjöarnas ursprungligen m. l. m. torra stränder att försumpas. Hastigheten av denna försumpning var

[1] Vid utarbetandet av detta underkapitel har jag haft förmånen att ingående diskutera de behandlade problemen med professor H. Hesselman och docent L.-G. Romell och därvid få ta del av talrika, under professor Hesselmans ledning gjorda, men ännu ej publicerade grundvattensobservationer från Roklidens och Kulbäckslidens försöksfält.

till en början anmärkningsvärt stor. Redan efter 3 à 4 årtusenden voro sålunda de olika sjöarna i förbindelse med varandra genom torvbildningar (se fig. 39).

Även under de senaste årtusendena har Degerö stormyr företett en ökad horisontal tillväxt. Denna har dock växlat ganska mycket inom olika partier. Tillväxten har exempelvis varit stor inom försöksfältets område och liten inom de södra delarna av myrkomplexet. — Ett fullständigt stillestånd i torvbildningarnas tillväxt utåt fastmarken har dock ej konstaterats inom något parti av myren under de senaste årtusendena.

De undersökningar av hydrologisk och utvecklingshistorisk art, som jag utfört inom Degerö stormyr för att söka klarlägga myrkomplexets försumpningsprocesser (d. v. s. de olika sätt på vilka den för torvbildningarnas expansion erforderliga ökningen i vattentillgången i marken kom-

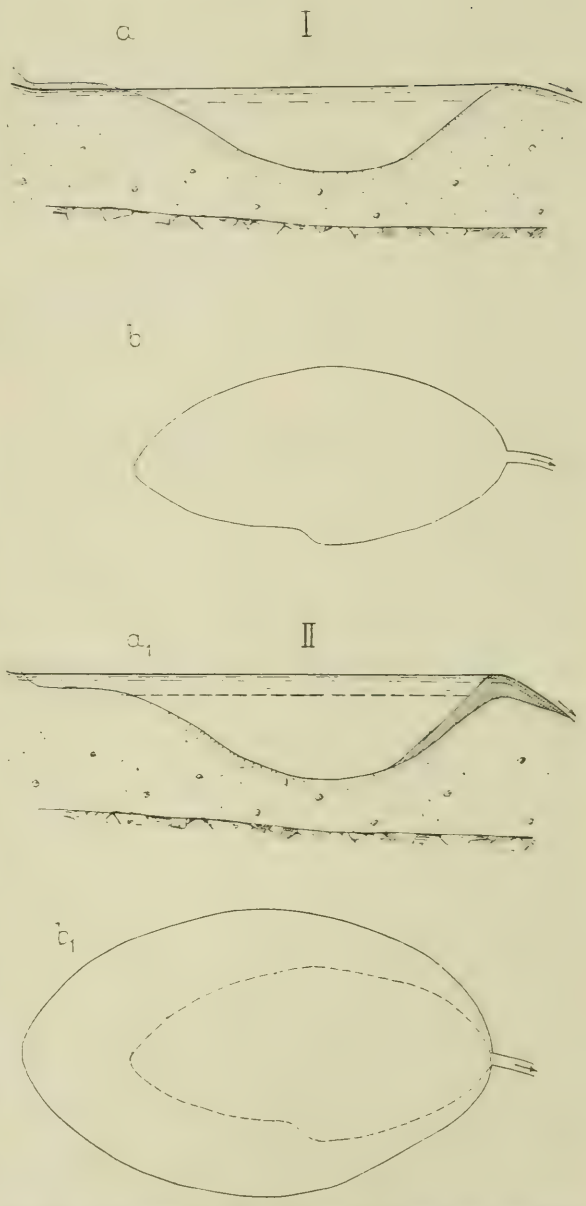


Fig. 32. Schematisk bild belysande försumpning fsamkallad av översvämning. I visar en sjö sedd från sidan och uppifrån innan avloppen ännu inkräktats av dämmande torv- eller gyttjebildningar; II visar samma sjös utsträckning efter sagda förändring.

Schematische Figur um den Vorgang der Überschwemmungsversumpfung zu veranschaulichen. I Schnitt und Aufsicht eines Sees im Anfangszustand, II derselbe See nachdem der Abfluss durch Torfbildungen aufgestaut worden ist.

mer till stånd), hava lett mig till den uppfattningen att dessa varit av minst trenne huvudslag, nämligen:

I. Försumpning framkallad av översvämning (»sjö»- eller »igenväxningsförsumpning» jfr HALDEN 1923, sid. 116). Genom de torv- och gyttjebildningar, som växt- och djurlivet i sjöarna gåvo upphov till, försvårades vattenavrinningen från sjöarna. — Avloppen uppgrundades (pasströsklarna höjdes) och infiltrationen av vatten i bäddarna försvårades. — Vid oförändrad tillrinning tvingades vattnet att stiga och en del av det tillrunna vattnet utbreda sig åt sidorna. Sjöarnas ursprungligen oförsumpade stränder översvämmades och förvandlades, sedan olika försump-

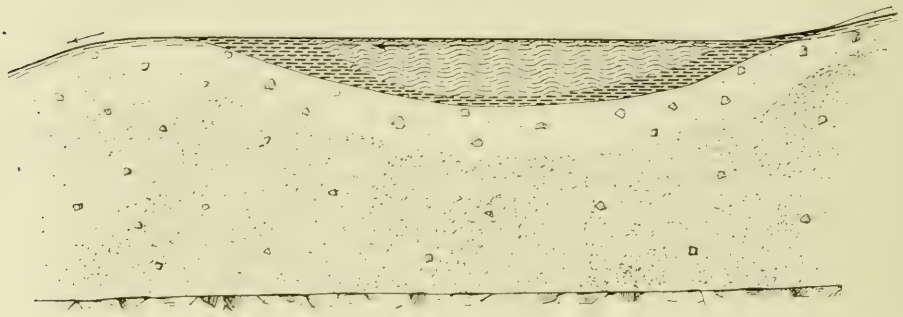


Fig. 33. Schematisk bild belysande försumpning framkallad av översilning. Genom ökad höjdtillväxt har myren överskridit nya pasströsklar för sitt avloppsvatten, varigenom översilning å förut torrare mark kommit till stånd.

Schematische Figur um den Vorgang der Überrieselungsversumpfung zu veranschaulichen. Infolge des Höhenzuwachses hat das Moor neue Passpunkte erreicht und überschritten. Überrieselung vorher trocknen Bodens setzt an diesen Punkten ein.

ningsfloror tagit översvämningsmarkerna i besittning, så småningom till myrmark. Se fig. 32.

II. »Kantförsumpning.» Denna försumpningsprocess är bunden till övergångszonen mellan myr- och fastmark. Den torde framkallas av ändrade utströmningsställen för de från närmast högre belägna fastmarker kommande grundvattenströmmarna. Se fig. 34.

III. Försumpning framkallad av översilning. Genom ökad höjdtillväxt har myren överskridit nya pasströsklar för sitt avloppsvatten, varigenom översilning å förut torrare mark kommit till stånd. Se fig. 33.

Dessa olika försumpningsprocesser hava verkat antingen ensamma eller oftare i intim kombination med varandra.

I det följande vill jag ingå på en mera detaljerad framställning av nu nämnda försumpningsprocesser och deras verkningssätt. Början göres med översvämningsförsumpning.

Innan Degerö stormyrs sjöar och bäckar ännu inkräktats av torv- och gyttjebildningar voro avrinningsförhållandena för sjöarnas överloppsvatten säkerligen goda. Vatten kunde då också lättare söka sig från sjöarna genom infiltration i bäddarna. Så inkom växt- och djurliv i sjöarna och bäckarna och gåvo upphov till torv, torvdy och gyttja. Härigenom försvårades vattenavrinningen. Bäddarnas porer tilltäpptes och livligheten hos vattenströmningarna inom själva sjöbäckena nedsattes genom friktionen mellan vattnet och torvbildningarna. Avrinningssvårigheterna tilltogo ju längre igenväxningen fortskred. Dessa kommo dock, som redan nämnts, att växla mycket beroende på torvbildningarnas större och mindre genomsläpplighet för vatten, sjöbäckenas växlande bredd och djup etc. Sålunda avrann vattnet relativt hastigt inom ett parti, inom ett annat ytterligt långsamt. Var nu tillrinningen stor till detta senare parti, tvingades vattnet att stiga och utbreda sig åt sidorna, varigenom stränderna försumpades. Genom dylika lokala av igenväxning framkallade hinder i dräneringsbanorna har inom flertalet av Degerö stormyrs fornsjöområden markytan utbildats i form av vidsträckta platåer, som vid noggrannare avvägning visa sig terassformigt övergå i varandra (t. ex. Kronmyren, myrpartiet mellan Skomakareängarna och Grantjärnen).

När man undersöker grundvattnets stånd i övergångszonen mellan myr- och fastmark inom Degerö stormyr, finner man, att detta större delen av året är högt. Detta fenomen framträder mycket tydligt i naturliga gropar, vilka talrikt träffas i denna zon på exempelvis Kåtaåsen, Stormyrtjälen och flertalet myrholmar[2]. Dessa gropar stå nämligen, om man undantar de torraste och varmaste delarna av sommaren, ständigt fyllda med vatten. Vidare äro utströmningsställen för källor i stor utsträckning tillfinnandes i torvbildningarnas överkanter. Se vegetationskartan. — Det höga vattenståndet i och tillrinningen från kanterna ger sig även tydligt tillkänna i vegetationsförhållandena. Inom Degerö stormyrs kantzoner träffas ofta växtsamhällen med stora fuktighetskrav.

Dessa förhållanden tyckas vara tämligen generella fenomen hos norrländska myrar. De påpekas också ofta i litteraturen, så t. ex. av A. Welander (1906), H. Hesselman (1910, s. 113). Belysande exempel lämna H. Hesselmans (1909, s. 32—43) grundvattensobservationer från Roklidens försöksfält i södra Norrbotten.

Nu inställer sig frågan: Äro de nuvarande vattenståndsförhållandena i myrkomplexets strandzoner *primära* företeelser, d. v. s. hava vi alltid haft ett högt vattenstånd på de ställen där vi nu finna ett sådant; ha källsprången alltid haft samma läge som i nutiden och sålunda torvbild-

[1] Dessa gropar uppstå genom »isskjutningar» kring större stenar. Isskjutningarna i sin tur framkallas av att grundvattenståndet är högt.

ningarna så småningom klättrat upp mot desamma? Eller äro de nuvarande vattenståndsförkållandena *sekundära* och ha de alltså successivt ändrats allteftersom torvbildningarna vunnit ökad utbredning?

Mina försök att formulera en uppfattning om dessa fenomen, som står i samklang med alla fakta, som jag själv samlat på Degerö stormyr och på samma gång med andra säkra erfarenheter, ha lett till uppställandet av den försumpningstyp, vilken jag i det föregående benämnt *kantförsumpning*.

Förloppet å denna försumpningsprocess skulle vara följande:[1] Vid tillfällen då vatteninfiltrationen i omgivande fastmarker är stor och ett vattenstånd sådant som exempelvis det på fig. 34 med I angivna råder, äger en utströmning av vatten rum i myrens kantzoner. Härigenom skapas

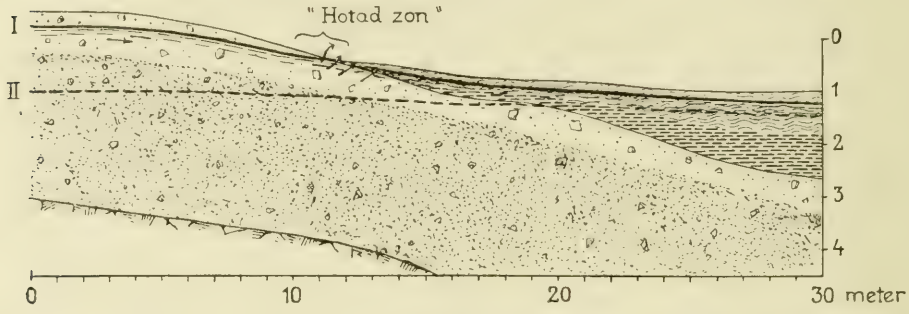


Fig. 34. Halvschematisk profil genom strandparti av Degerö stormyr för belysandet av kantförsumpningens mekanik.
Halbschematische Figur um den Vorgang der »Randversumpfung» zu veranschaulichen.

i övergångszonen mellan myr- och fastmark nya ståndorter för torvbildande vegetation. Vattenutströmningen (vattenleveransen) från fastmarken till myren fortsätter ända till dess grundvattensystemet i fastmarken och grundvattensystemet i myren komma i jämviktsläge med varandra Ett grundvattenstånd, som närmar sig detta jämviktsläge, illustreras av den brutna linjen II. Hur hastigt och i vad mån vattnet närmar sig detta jämviktsläge bestämmes å ena sidan av vattentillförselns storlek (d. v. s. mängden från fastmarken kommande grundvatten) och å andra sidan av avrinningsmöjligheterna (d. v. s. torvbildningarnas genomsläpplighet för vatten och avrinningsmöjligheterna i moränen under torvbildningarna).

Under förutsättning att vattentillförseln från närmast belägna fastmark ej i större omfattning ändras flyttas kantförsumpningsprocessernas verksam-

[1] Vid uppställandet av följande hypotes har jag erhållit så stor hjälp av professor H. Hesselman, att vi båda gemensamt kunna anses som densammas upphovsmän.

hetsregion högre upp på stränderna jämsides med att *vattenståndet i myren höjes* (d. v. s. myrens vertikala höjdtillväxt) och att de på avrinningsförhållandena influerande *torvbildningarna få ökad dämmande förmåga.*

Försumpningsprocesser av detta slag böra självfallet förlöpa med mycket växlande hastighet på olika ställen, alldenstund processernas förlopp bestämmes av så variabla faktorer som vattenståndsförhållandena inom myren, torvbildningarnas dämmande förmåga, vattentillförselns storlek etc.

Beträffande de vattengenomsläppande egenskaperna hos torvjordarterna i kanterna av Degerö stormyr har jag funnit, att dessa genomgående äro dåliga. Bottenlagren i myrkomplexets marginalpartier bestå av torvdy, vilka i skivor av $^1/_{10}$ m^2 yta och 5 cm tjocklek genomsläppa mellan 0,02—1,00 liter vatten i timmen vid ett tryck å skivans översida av 2 cm vattenpelare.

Att torvbildningarna i kanterna av mossar äro höghumifierade, sammanhänger med att betingelserna för de för nedbrytningen viktiga kemiska och biologiska processerna äro relativt gynnsamma å dessa ställen. Syretillgången och ofta även elektrolythalten är nämligen stor. Den stora syretillgången betingas därav, att de ytligare grundvattenströmmarna i moränmarkerna vanligen föra ett syrerikt vatten. Vidare utsättas ifrågavarande torvbildningar vid tillfällen då tillrinningen är svag och grundvattenståndet följaktligen lågt, t. ex. under den varmaste och torraste delen av sommaren, för en direkt genomluftning (jfr L.-G. ROMELL 1922 s. 216 ff. och 230 ff.).

Vi komma så över till frågan om vattnets avrinningsmöjligheter inom moränerna. Vid grävning i moränerna inom undersökningsområdet har det visat sig — om undantag göres för ändmoränerna — att dessa sammansättas av tvenne utan tydlig gräns i varandra övergående lager. Det översta har en mäktighet av oftast 60 cm. Det är tämligen grusigt, rikt på stenar av växlande storlek, samt kan lätt genomgrävas med spade. Det undre lagret, som är vida mäktigare och, där observationer kunnat göras, sträcker sig ända ned mot berggrunden, består däremot av en synnerligen tätt packad morän. Lagret är fördenskull mycket svårgenomträngligt. Det kan ej genomgrävas utan bruk av spett och korp.

Den vattengenomsläppande förmågan hos moränjordarna inom dessa båda lager har ännu ej genom exaktare undersökningar fastställts.[1] Säkert

[1] Frågan om moränjordarnas vattengenomsläppande egenskaper ämnar jag framdeles studera efter samma metod, som jag använt vid studiet av torvjordarternas vattenledande förmåga. — För att få moränprov av bestämda dimensioner och i möjligaste mån orubbad lagring, ämnar jag först frysa de ställen varifrån proven skola insamlas. Genomfrusna ut huggas proven och mejslas i skivor av önskad storlek.

Utgångspunkten vid föreliggande bedömning av moränjordarnas vattengenomsläppande förmåga har varit hastigheten med vilken nyupptagna gropar fyllas med vatten, etc.

besitter dock moränjorden inom det översta lagret en genomsläpplighet jämförlig med svagare humifierade torvslags. Däremot torde moränjorden inom det undre lagret ha en vattenledande förmåga, som ligger mellan torvdyns och den multnade torvens.

På grund av den större vattengenomsläppande förmågan hos det övre lagret är det endast inom detta som det i fastmarkerna infiltrerade vattnet kan röra sig med någon större hastighet.

Med all sannolikhet hava under tidernas lopp genom kantförsumpningsprocesser omfattande ändringar ägt rum av läget på Degerö stormyrs större källsprångs mynningsställen. — I nutiden springa källorna fram i överkanten av torvbildningar, vilkas ålder är maximum cirka fyra tusen år. — Att dylika ändringar kunnat komma till stånd torde sammanhänga med, att myrkomplexets källor icke äro mynningsställen för underjordiska vattenådror utan endast samlingsställen för från närmast omgivande fastmarker nedrunnet ytligare grundvatten. — Mynningsställen för kraftigare underjordiska vattenådror kunna, så vitt jag vet, icke i större omfattning ändras av torvbildningar. Fortskrider utvecklingen av myrar, där dylika mynningsställen träffas, finner man källsprången alltjämt orubbade — men i bottnen av kraterformiga sänkor.

Enligt min mening hava kantförsumpningar spelat en mycket stor roll såväl inom Degerö stormyr som hos flertalet andra nordskandinaviska myrkomplex för torvbildningarnas expansion

Försumpningarna å moränlider, som synts tidigare författare särskilt svåra att förklara, tror jag i stor utsträckning även kunna betraktas från samma synpunkt som den jag anlagt i fråga om kantförsumpningarna å Degerö stormyr. Den mest exakta undersökning, som publicerats över grundvattensförhållandenn inom en försumpad moränlid är H. HESSELMANS (1909, s. 32—43) preliminära meddelade från Roklidens försöksfält i södra Norrbotten. I fråga om tolkningen av observationerna säger HESSELMAN (l. c. s. 38—39): »På grund af de anställda observationerna synes mig vattenafrinningen i moränliden kunna tänkas försiggå på följande sätt. Dagvattnet samlar sig i smärre fördjupningar och rännor i marken. Här gifver det anledning till torfbildningar, som så småningom utfylla depressionerna i marken, hvarför dessa endast svagt framträda i sluttningens topografi. Ifrån dessa torfmarker inpumpas vattnet i omgifvande, på ytan torra morän. Vattencirkulationen i torfmarkerna försiggår i ett under torfven liggande lösare lager mineraljord, hvilande på mera fast morän. Härigenom åstadkomma torfbildningarna en oupphörlig höjning i grundvattenståndet, som i synnerhet i lidernas nedre regioner ger sig tillkänna genom försumpningar.» HESSELMAN, liksom flera andra forskare, t. ex. AUER (1923), antar alltså att myrmarkerna på ett eller annat

sätt spelar rollen av vattenleverantörer till omgivande fastmark, och att detta är orsaken till att försumpningen fortskrider.

Emellertid är det en del observationer, som med detta betraktelsesätt äro svårtolkade. Sålunda skriver H. HESSELMAN om vattenstigningen efter regn inom tvenne brunnar III_x och III, vilka ligga på en sluttning, strax ovanför en skogbevuxen myr inom Roklidens försöksfält (l. c. s. 38): »En märklig företeelse med hänsyn till vattnets stigande i brunnarna finner man hos III och III_x. Här stiger vattnet ganska märkbart och starkast i brunnen III, som ligger närmast myrkanten. Här skulle man kunna tänka sig, att vattnet strömmade in från nedanför liggande myr. Ett faktum är dock, att grundvattensnivån från myren stiger uppåt i skogsmarken. Möjligen kunna dessa egendomligheter förklaras genom tillopp från det nordväst om brunnarna belägna myrpartiet. Framtida undersökningar må afgöra, huru härmed förhåller sig, och hvar den rätta förklaringen kan vara att söka.»

Om man betraktar försumpningens fortskridande å moränliden som en kantförsumpningsprocess i ovan angiven mening, synas mig de av HESSELMAN antydda svårigheterna försvinna och alla observationerna kunna förstås lätt och enkelt utan motsägelser. Om nämligen vattnet kommer från fastmarken, icke från torvmarken, och denna senare endast spelar rollen av ett dämmande hinder, så bör grundvattnet stiga hastigast och mest strax ovan myrkanten och samtidigt grundvattensnivån luta åt myren till.

Som ytterligare stöd för åsikten, att kantförsumpningsprocesserna verkligen framkallas av det från fastmarkerna avrinnande grundvattnet och ej, såsom man ofta föreställt sig, av från myrmarkerna på ett eller annat sätt transporterat vatten, kan framhållas:

1. Diken upptagna inom myrars kantzoner (laggdiken) verka icke direkt torrläggande på ovanför liggande marker, men väl stundom på nedanförliggande.
2. Genom analyser utförda vid Skogsförsöksanstalten av docent O. TAMM över syrehalten i grundvattnet under torvbildningarna inom Degerö stormyrs kantzoner, vilka professor HESSELMAN godhetsfullt låtit mig ta del av och givit mig tillstånd även här preliminärt omnämna, har framgått, att syrehalten ofta är ganska stor i dylikt vatten. Som vatten, vilket passerat torvlager, är syrefritt (se sid. 69), vittnar detta resultat om, att ifrågavarande vatten kommit från fastmarken och icke från torvmarken.

Försumpningar framkallade av översilning hava av allt att döma spelat en ganska liten roll inom Degerö stormyr. — Ett exempel härpå finnes dock inom de södra delarna av försöksfältet. Genom ökad höjdtillväxt hos Kronmyren har avloppsvatten från detta myrparti sökt sig väg över försöksfältet, varigenom översilningsförsumpning därstädes kommit till stånd.

D. Om planläggning av ett dikessystem på Degerö stormyr på grundval av de hydrologiska undersökningarnas resultat.

Ehuru frågan om Degerö stormyrs torrläggningsmöjligheter kanske kunde synas ligga utanför ramen av denna avhandling, vill jag dock i detta sammanhang i korthet vidröra densamma, för att därmed på ett konkretare sätt kunna diskutera vissa dikningstekniska problem, vilka fått en något klarare belysning genom mina undersökningar över olika torvslags vattengenomsläppande egenskaper. Till en mera ingående framställning av detta ämne, som länge intresserat mig, hoppas jag framdeles få återkomma.

Om planläggning av dikessystem i allmänhet. Vid torrläggning av sumpmarker måste den ledande principen vara att söka undanröja de huvudsakliga försumpningsorsakerna eller försvaga deras verkningar under samtidig tillämpning av »minsta medlens lag», d. v. s. att arbetet utföres för lägsta kostnad och med minsta besvär.

Försumpningsorsakerna (se sid. 122) kunna lämpligen sammanfattas i tvenne grupper: *direkta* och *indirekta*. Till de direkta höra grund- och ytvattentillförseln från omgivande terräng, alltså källor, bäcktillflöden etc., samt nederbörden, som faller på torvmarkens yta. Indirekta försumpningsorsaker äro hämmad eller nedsatt vattenförbrukning (t. ex. minskad transpiration hos torvmarkens vegetation, minskad avdunstning från marken) och försvårad vattenavrinning.

Det säger sig självt, att vid torrläggningsföretag vår förmåga att undanröja försumpningsorsaker är mycket växlande. I regel äro vi praktiskt taget maktlösa inför de direkta. Nederbörden kan ej ändras. De terrestriska tillflödena kunna vanligen ej bortskaffas. De stå dessutom ofta i ett organiskt samband med högre belägna sjöar och vattensystem, vilka av flera anledningar ej äro reglerbara. Våra åtgärder vid torrläggning av torvmarker måste följaktligen i de flesta fall inskränka sig till att söka häva de indirekta försumpningsorsakernas verkningar och speciellt de, som sammanhänga med en försvårad vattenavrinning. Detta göres genom att utlägga diken, vilka så placeras, att:

1) direktare avlopp beredas de terrestriska tillflödena (bäckar samt källor och liknande grundvattentillflöden). Härigenom undanhålles myren vattenkvantiteter, som eljest skulle bli m. l. m. stagnerande och bidraga till torvbildningens vidmakthållande;

2) avlopp beredas sådana ställen inom myren där vattensamling lätt sker. Härigenom kommer det på torvmarkens yta fallna nederbörds-

vattnet att delvis avledas och följaktligen även grundvattenståndet inom myren sänkas.

Detta fullt riktiga betraktelsesätt har följts av nästan alla, som sysslat med torrläggning av myrmarker. Se arbeten av W. Ekman (1907), T. Grenander (1912), G. Lundberg (1914), m. fl. Ehuru alltså torrläggningsarbetena utförts efter samma grundregel ha dock de resultat som vunnits varit mycket växlande. Orsaken därtill är, att vår kunskap rörande vattnets strömningar inom myrmarker varit så ofullständig. Dikningsförrättaren har sålunda ej haft möjligheter att vid dikenas utläggande ta hänsyn till alla de faktorer, som ha inflytande på vattenavgivningen till dikena. Det säger sig dock självt, att endast genom en fullständigare hydrologisk kunskap detaljerna i dikningens utförande säkert kunna bedömas och full övertygelse på förhand vinnas att torrläggningsföretaget verkligen kommer att krönas med framgång.

De faktorer, vilka ha det största inflytandet på vattenströmningarna i myrmarker och följaktligen även på vattenavgivningen till dikena äro: 1. de vattenförande lagrens lutning, och 2. desammas struktur. Båda dera, liksom även vatteninfiltrationens belopp kunna växla högst betydligt inom en och samma myr. Inom ett parti av myren framrinner därför grundvattnet hastigt, inom ett annat långsamt. Inom ett tredje ansamlas vattnet i bassänger, varifrån det ej avrinner annat än över vissa passpunkter; och slutligen inom ett fjärde är allt vatten mekaniskt, fysikaliskt och på annat sätt bundet i torven.

Våra dikningsåtgärder gå helt naturligt främst ut på att bereda *yt-* och *grundvatten* — alltså sådant vatten, som står under tyngdkraftens omedelbara inflytande (*hydrostatiskt vatten*) — ett hastigare avlopp. Att genom dikningsingrepp söka att bortta det i myrmarker *mekaniskt* (okkluderat) eller *fysikaliskt* (kapillärt) *bundna* vattnet är ej möjligt, enär dikena i detta fall icke kunna ha större betydelse direkt för dränaget utan endast därigenom att markens vattenavdunstande yta förstoras.

Vid utläggandet av diken, med vilka åsyftas att bereda det i en myr magasinerade grundvattnet ett hastigare avlopp (*avtappningsdiken*) böra dikena självfallet om möjligt läggas inom sådana delar, där vattenavgivningen till dikena försiggår mest obehindrat och tillflödena äro som rikligast.

Vattenavgivningen sker mest obehindrat inom luckra marker, emedan det framströmmande vattnet inom dylika erbjudes det minsta friktionsmotståndet. Vidare spelar markens lutning stor roll. Som svagare humifierade torvslag generellt äro vida luckrare än höghumifierade inses utan vidare, att avtappningsdiken främst böra läggas inom sådana partier av en myr, vilka uppbyggas av svagare humifierade torvslag och där

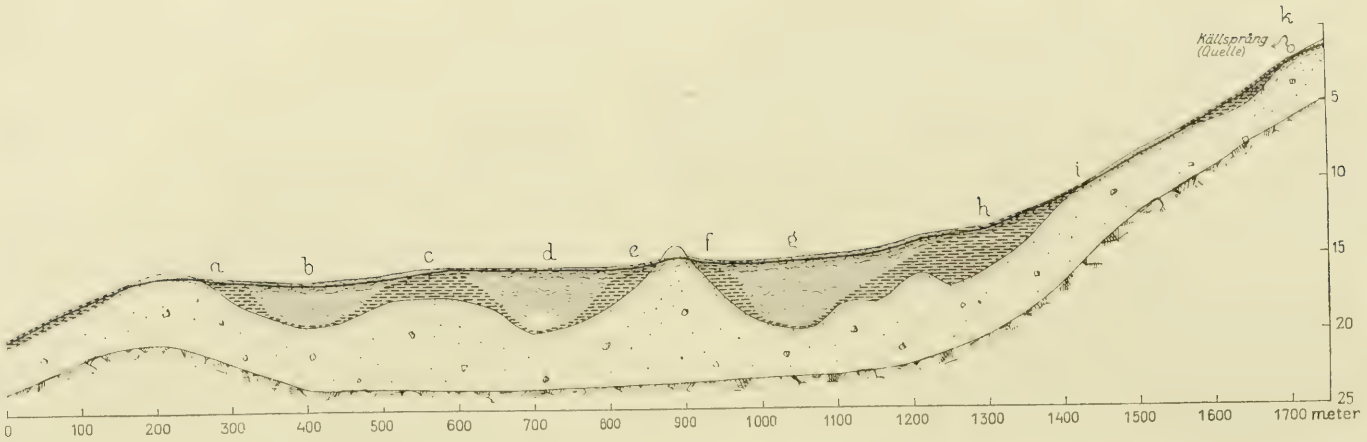


Fig. 35. Profil genom Degerö stormyr för belysande av frågan om avtappningsdikenas lämpligaste placering vid en eventuell torrläggning av myrkomplexet. — Vid torrläggning av Degerö stormyr böra huvudangreppen göras inom partierna *b*, *d* och *g*. Dessa partier spela rollen av stora grundvattensreservoirer och uppbyggas dessutom av luckra torvslag med i regel goda vattengenomsläppande egenskaper. Diken anbragta inom partierna *a*, *c*, *e*, *f* och *h*, vilka äro uppbyggda av täta, höghumifierade torvslag, kunna på grund av dessa torvslags dåliga vattengenomsläppande egenskaper aldrig ha större värde som avledare av grundvatten och följaktligen ej i högre grad verka sänkande av allmänna grundvattensnivån.

Profil durch Degerö Stormyr zur Erläuterung der Frage, wie die Abflussgräben zwecks Entwässerung am besten zu verlegen wären. — Die Arbeit hätte an den Punkten *b*, *d* und *g* einzusetzen, weil diese Partien die Rolle grosser Grundwasserbehälter spielen und ausserdem aus lockren Torfarten aufgebaut sind, mit in der Regel grosser Wasserdurchlässigkeit. In die Partien *a*, *c*, *e*, *f* und *h* verlegte Abflussgräben wären dagegen von geringem Nutzen, da an diesen Stellen der Torf dicht, hochhumifiziert und schwerdurchlässig ist.

grundvattensbassänger äro tillfinnandes. Se fig. 35. Diken, vilka anbringas inom partier med höghumifierade torvslag, t. ex. torvdy, kunna aldrig ha större värde som avledare av grundvatten, men väl stundom för ytvatten.

Stor uraktlåtenhet har dock härvidlag ofta visats. Vid granskning av redan gjorda myrdikningar finner man vanligen, att vid avtappningsdikenas utläggning dikningsförrättaren enbart fäst avseende vid de vattenförande lagrens lutning (myrens ytformer och bäckenkonfiguration) och sålunda bortsett från eller bagatelliserat deras struktur. Denna sistnämnda faktor spelar dock för vattenavgivningen till dikena en minst lika viktig roll som lutningen. — Äro torvslagen täta, blir deras för måga att leda vatten alltid ringa, även om betingelserna för en livligare vattenströmning i övrigt äro gynnsamma.

Ett hänsynstagande till strukturella förhållanden är främst av vikt, då det gäller att med minsta längd diken torrlägga myrkomplex av Degerö stormyrs karaktär, alltså »sjö-» eller »platåmyrar» (L. VON POST 1906, s. 283; A. G. HÖGBOM 1906). Hos dessa är marklutningen oftast ringa och de sammansättas mosaikartat av torvmarkspartier med goda och dåliga vattengenomsläppande egenskaper. Genom att utlägga diken inom torvmarkspartier där vattenavgivningen sker lätt (t. ex. genom grundvattensbassänger) kan grundvattnet inom dessa permanent hållas vid lågt stånd. Härigenom påskyndas det från sidorna till de sänkta partierna inströmmande vattnet på samma sätt som om marklutningen varit god och minskas infiltrationsmöjligheterna av grundvatten i bäddarna. Utläggas däremot diken inom partier uppbyggda av täta, höghumifierade torvslag, vilka, som mina filtrationsförsök visat, ha synnerligen dåliga vattengenomsläppande egenskaper, ernås bevisligen ej någon större torrläggningseffekt.

Vid torrläggning av »försumpad skogsmark» och överhuvudtaget alla grundare torvmarker spelar dock ett hänsynstagande till torvbildningarnas strukturella förhållanden mindre roll. Inom dessa stagnera nämligen vanligen endast små grundvattenkvantiteter. Vidare ha desamma i regel en ganska ensartad struktur inom olika delar. — Vid torrläggning av dylika marker måste huvudintresset alltså koncentreras på att bereda de terrestriska tillflödena ett direktare avlopp.

I den dikningstekniska litteraturen möter man stundom uttalanden röranden *avtappningsdikenas* lämpligaste placering med hänsyn till torvmarkens struktur, rakt motsatta de av mig nyss gjorda. Sålunda skriver G. LUNDBERG i sin »Handbok i skogsdikning, Stockholm 1914» (s. 70) som en av huvudpunkterna i kapitlet om avdikningars planläggning: »Ju mindre förmultnad och ju djupare torven är i en sankmark, desto större vattenkvarhållande förmåga äger densamma, och desto större

behov av sugdiken[1] förefinnes i regel». På sidan 80 i samma arbete läses vidare: »I mera förmultnad torv kan jämväl ett högre grundvatten tillåtas än i mindre förmultnad, då dels den mera förmultnade och samtidigt för vatten mera genomsläppliga torven befrämjar större rörlighet hos grundvattnet, dels därigenom att den i sig själv ej är så syreabsorberande som den mindre förmultnade torven».

Den iakttagelse, som ligger bakom G. LUNDBERGS härovan gjorda uttalande, kan svårligen vara någon annan än att inom sluttande myrmarker, uppbyggda av täta, starkt förmultnade torvslag, t. ex. många »kärrmarker», en god torrläggningseffekt lätt åstadkommes utan att avtappningsdiken i större omfattning upptagas, blott de terrestriska tillflödena avskäras. Detta är dock ej fallet inom myrmarker, vilka äro identiskt lika med sistnämnda med hänsyn till tillflöden och lutningsförhållanden, men vilka uppbyggas av luckra, endast svagt humifierade torvslag, t. ex. ohumifierad rismossetorv. — Orsaken till dessa skillnader i torrläggningseffekten kan dock svårligen sättas i samband med att mindre förmultnad torv har större vattenkvarhållande förmåga, utan tvärtom. Inom torvmarker med täta, höghumifierade torvslag ernås den goda torrläggningseffekten genom att infiltrationen av atmosfäriskt vatten försiggår med stora svårigheter. Det mesta av detsamma avrinner som *ytvatten*, som uppfångas av dikena. Inom marker med luckra torvslag försiggår vatteninfiltrationen lätt. Nederbördsvattnet, som faller å desamma, bindes kapillärt och mekaniskt eller avrinner som grundvatten. Grundvattnets framrinnande sker alltid långsammare än ytvattnets, beroende på det ofantligt mycket större motstånd grundvattnet har att övervinna i jämförelse med ytvattnet, då det rinner fram genom porerna, vilka genomsätta marken. — Sant är att svagt förmultnade torvslag (t. ex. ohumifierad *Sphagnum fuscum*-torv) vanligen kunna hålla betydligt större vattenmängder mekaniskt och fysikaliskt bundna än höghumifierade. Men förmågan att genomsläppa grundvatten, alltså vatten, som står under tyngdkraftens inflytande, behöver därför ej vara ringa.

För att bereda de terrestriska tillflödena ett direktare avlopp upprensas eller fördjupas de till myren nedrinnande bäckarna och utläggas diken inom myrens marginalpartier (*laggdiken*).

Laggdikenas ändamål är tvåfaldigt: dels att uppsamla vatten, som eljest skulle bli m. l. m. stagnerande inom myrkomplexet, dels att be-

[1] Med sugdike förstår G. LUNDBERG enligt fig. 31 (s. 81) i sin dikningshandbok detsamma som jag med avtappningsdike. Sugdikenas uppgift är (s. 68): »att å sankmarker av större omfattning sönderskära torvtäcket eller marken i tegar och sålunda minska torvens (markens) vattenkvarhållande förmåga, samt att få det direkt å sankmarken genom nederbörd tillförda vattnet i cirkulation och därmed grundvattensnivån sänkt».

reda det från fastmarkerna kommande ytligare grundvattnet ett hastigare avlopp, varigenom faran för kantförsumpningsprocesser reduceras. För att laggdikena på det mest effektiva sättet skola kunna fylla dessa sina båda uppgifter böra de läggas ganska nära fastmarkskanten och grävas ett gott stycke ned i mineraljorden.

Förslag till dikessystem för Degerö stormyr. Åren 1914 och 1915 upptogos ett flertal diken inom Degerö stormyr i avsikt att därmed torrlägga vissa Kronan tillhöriga delar av myrkomplexet och samtidigt för ett hydrologiskt experiment avskära försöksfältets torvbildningar från en direktare kommunikation med Kronmyrens torvbildningar. — Detta experiment gällde, vilken inverkan ett borttagande av ytvattentillförseln från Kronmyren skulle ha på grundvattensförhållandena inom försöksfältet.

De upptagna dikenas läge framgår av fig. 2 (s. 10).

Huvudavlopp för dikesnätet inom myrkomplexets östra delar äro Kåtatjärnsbäcken samt ett dike, vilket tager sin början i Flakatjälsmyrens norra hörn. Till huvudavlopp för dikessystemet inom Degerö stormyrs västra del upptogs en bred grav, som genomskär moränvallen mellan Kronmyren och försöksfältet. Att detta sistnämnda huvudavlopp fick denna sträckning, berodde på ägoförhållanden inom området. Sålunda skulle omfattande grävningar å enskild mark måst utföras, om dikessystemet ställts i förbindelse med det västra partiets naturliga avlopp, Vargstubäcken.

Ehuru dikningsföretaget av åren 1914 och 1915 fick en ganska stor omfattning ha dock torrläggningsresultaten av detsamma varit anmärkningsvärt små. Degerö stormyr är alltjämt nästan lika vattenmättad som före dikenas upptagning. Orsaken till detta för mången kanske egendomliga förhållande torde vara, att:

1) myrens terrestriska tillflöden ej i nödig omfattning beretts ett direktare avlopp. Exempelvis hava inga åtgärder vidtagits för att uppsamla och avleda Kåtaåsens terrestriska tillflöden, vilka dock äro ganska betydande. (Detta sistnämnda förhållande sammanhänger också med äganderättsförhållanden, vilka i hög grad verkat komplicerande och hindrande vid dikesnätets utläggning);

2) avtappningsdikena hava ej placerats inom sådana partier, där vattenavgivningen försiggår mera obehindrat. Sålunda beröras exempelvis ej myrens stora vattenreservoirer, grundvattensbassängerna. Dikena äro i stället bundna till myrkomplexets marginalpartier, vilka äro uppbyggda av höghumifierade torvslag med i allmänhet synnerligen dåliga vattengenomsläppande egenskaper. Som bevis på den dåliga vattenavgivningen kan nämnas, att grävda gropar kunna stå fyllda med vatten ända

upp till bräddarna, då diken på endast ett par decimeters avstånd från groparna knappast föra något vatten alls.

Huru bör då en effektiv torrläggning kunna åstadkommas inom Degerö stormyr med minsta möjliga ingrepp? Säkerligen vinnes detta genom att avtappa myrens grundvattensbassänger samt att bereda de terrestriska tillflödena ett direktare avlopp. — Huvudangreppet måste riktas mot *grundvattensbassängerna*, ty utan att vattenståndet sänkes inom dessa kan aldrig någon effektivare torrläggning av myrkomplexet åstadkommas.

Ehuru Degerö stormyr ej längre ur dikningsteoretisk synpunkt torde kunna betecknas som något mera gåtfullt objekt, erbjuder dock en torrläggning av myrkomplexet ur teknisk synpunkt mycket stora svårigheter. Detta sammanhänger med att grundvattensbassängerna knappast kunna avtappas, utan att tämligen breda moränvallar genomgrävas.

Skola vi inlåta oss på ett torrläggningsföretag av Degerö stormyr, böra vi som första åtgärd fördjupa Vargstu- och Kåtatjärnsbäckarna. Dessa båda bäckar ha nämligen de största förutsättningarna att även vid ett torrläggningsföretag vara myrkomplexets huvudavlopp.

Lämpligaste sättet för grundvattensbassängernas avtappning torde vara följande: Inom det *västra området* fördjupas Vargstubäcken i sådan omfattning, att ett rymligt avlopp beredes Storlundsmyrens grundvattensbassäng. Ett kraftigt dike framgräves genom Storlundsmyren fram till Storlundsbäcken. På det ställe där Storlundsbäcken framrinner (se fig. 31) genomskäres moränvallen, som åtskiljer Kron- och Storlundsmyrarna. Denna grav blir huvudavlopp för Kronmyrens grundvattensbassänger och deras tillflöden. På Kronmyren upptages ett dike från Storlundsbäckens början fram mot Nävertjärnens grundvattensbassäng. Detta dike bör i väsentliga delar följa de starkare grundvattenströmmarnas lopp (se fig. 31). Vidare torde det vara lämpligt att med ett dike genomskära Kronmyren mellan Hässjeängen och Storlundsbäcken, liksom även att med ett dike sätta Näver- och Grantjärnarnas grundvattensbassänger i direkt förbindelse med varandra.

Från Storlundsmyrens avloppsgrav upptages ett kraftigt dike mot Fredagsängen via grundvattensbassängen 300 meter SSV om största tjärnen på Storlundsmyren och Kläppmyrens östra grundvattensbassäng. Detta dike bör helt naturligt följa de partier, där starkare grund- och ytvattenströmmar gå fram. På tvenne ställen måste detta dike genomskära dämmande moränvallar.

De allra västligaste delarna av Degerö stormyr torrläggas säkerligen effektivast genom att utlägga ett dike från Lördagsängen över Nyängstjärnen, Kläppängen och Härjodalen fram till Vargstubäcken. Från

detta långa dike kan ett sidodike med fördel dragas mot Nylandsmyren.

Det *östra områdets* grundvattensbassänger avtappas genom att ett kraftigt dike upptages mellan Stortjärnen och Kåtatjärnsbäcken i ostvästlig riktning. Kåtatjärnsbäckens fåra fördjupas mellan Sträng- och Flakatjälsmyrarna. Inom Flakatjälsmyren upptages ett avtappningsdike mellan grundvattensbassängen och Kåtatjärnsbäcken. Vidare utlägges inom Borstmyren ett dike där den å fig. 31 markerade stora grundvattenströmmen rinner fram.

Sedan vattenstagnationen i fornsjöarna minskats genom avtappningsdikenas upptagande återstår att söka ge Degerö stormyrs terrestriska tillflöden ett direktare avlopp. Runt Kåtaåsen upptagas i myrens kantzoner diken (laggdiken). Laggdikena grävas ett stycke ned i mineraljorden, för att samtidigt hastigare kunna avleda grundvatten ur moränerna, vilka underlagra torvbildningarna. Vidare framgrävas och fördjupas Degerö stormyrs övervuxna bäckar, t. ex. bäcken från Getingmyren till Storkåtatjärnen. På Degerö stormyrs norra strand måste laggdikningen i rätt stor omfattning kompletteras. Särskilt måste en del redan upptagna laggdiken fördjupas. Flera laggdiken gå ej ända ned mot mineraljorden eller deras djup i mineraljorden är alldeles för ringa för att kunna åstadkomma någon större grundvattenavledande effekt.

Någon extra avdikning av myrens transgressionstorvmarker, d. v. s. torvmarkerna mellan fornsjöarna och myrens stränder, för att påskynda det på myrens yta fallna regnvattnets avrinnande, torde säkerligen vara onödig efter grundvattensbassängernas avtappning. Man må betänka att efter detta ingrepp avrinningsmöjligheterna för det från sidorna mot de sänkta partierna strömmande vattnet blir större. Vidare äro dessa marker ju sedan gammalt genomkorsade av talrika diken.

Kap. 5. DEGERÖ STORMYRS UTVECKLINGSHISTORIA.

A. Dateringsmetoder.

Forskaren har vid kronologiska torvmarksstudier oftast endast tvenne metoder att tillgripa, nämligen dels en hypsometrisk, varvid de funna höjderna inpassas i landhöjningens tidsskala för orten, dels en jämförande paleontologisk-stratigrafisk. Direkta dateringar med ledning av till åldern kända fornfynd eller historiska urkunder kunna självfallet sällan utföras.

Den första av dessa metoder för åldersbestämning kan endast vinna tillämpning för sådana sjöar och mossar, vilka ligga på orter, som en gång under postglacial tid varit havsbotten. Man kan härvid bilda sig en uppfattning om torv- och gyttjebildningarnas maximiålder genom att fastställa tidpunkten, då sjön eller mossen isolerades från havet, d. v. s. då passpunkten höjde sig över havsytan. Med stöd av redan befintliga specialundersökningar över de senkvartära nivåförändringarna samt deras relation till Östersjöns och Bottenhavets utvecklingshistoria och de arkeologiska perioderna kan i ett flertal fall en dylik åldersbestämning göras enbart genom att mäta passpunkternas höjd över havet.

Den paleontologisk-stratigrafiska åldersbestämningsmetoden baserar sig på befintligheten av vissa till bildningstiden bestämda lednivåer. Antingen utgöras dessa av sådana horisonter i sjöar och mossar, vilka registrera vegetations- eller strukturförändringar, framkallade av omfattande hydrologiska och meteorologiska rubbningar, som till tiden kunnat fixeras. Eller ock bildas dessa nivåer av fossil av växter och djur, vilkas invandring, massuppträdande eller försvinnande med en viss grad av sannolikhet till tiden låtit bestämma sig.

Av kronologiska nivåer av första slaget må nämnas den av R. Sernander för svenska torvmarker först urskilda *subatlantisk-subboreala* kontakten[1], vilken i extremaste fall är utbildad på sådant sätt, att terrestriska torvarter (med skogar, hedar o. d. formationer som modersamhällen) överlagras av telmatiska eller limniska bildningar (utgångna ur strand- och sjöväxtsamhällen). I syd- och mellansvenska högmossar

[1] Denna kontakt markerar den postglaciala klimatförsämringens inträde. Till tiden motsvarar den övergången från brons- till järnålder; alltså ungefär år 500 f. Kristi födelse (Sernander 1909).

är denna nivå ofta utbildad som den av C. A. WEBER från nordtyska högmossar beskrivna *gränshorisonten* med oförmultnad *Sphagnum*-torv vilande på ljungmylla eller starkt destruerad *Sphagnum*-torv (WEBER 1910, s. 160—161; L. VON POST 1913).

Som exempel på nivåer av senare slaget kan nämnas sådana, som kännetecknas av förekomsten av rester av våra skogsträd. Som bekant anser man sig i stora drag känna dessa träds invandringsföljd och för vissa av dem t. o. m. de ungefärliga invandringstiderna. Härigenom kan fastställandet av de nivåer, på vilka rester av något eller några av desamma uppträda komma att spela en stor roll vid bedömandet av en lagerföljds relativa eller absoluta ålder.

På grundvalen av förekomsten av fossilt frömjöl av våra skogsträd i torvmossarnas lagerföljder har L. VON POST utarbetat en särskild åldersbestämnings- och lagerkonnekteringsmetod — *pollenanalysen* —, vilken under senare år fått stor användning bland nordiska torvmarksforskare.

Om den pollenanalytiska metoden skriver L. VON POST (1919 b s. 166—67): »Pollenanalysen består däri, att man i ett erforderligt antal preparat av ett prov under mikroskopet räknar samtliga pollenkorn av de trädslag, vilkas frömjöl bevaras i torven. De olika pollenslagens frekvens uttryckas i procent av hela antalet trädpollen. Genom att sammanställa en serie sådana analyser från en lagerföljd till ett diagram erhåller man kurvor, som åskådliggöra resp. pollenslags frekvensförändringar lagerföljden igenom. Då pollenflorans sammansättning befunnits huvudsakligen vara bestämd av beskaffenheten hos hela traktens skogsbestånd, återger ett pollendiagram de sekulära förändringarna hos detta och blir följaktligen i stort sett likartat på nära varandra belägna punkter. Man kan därför medelst pollendiagrammen konnektera närbelägna lagerföljder och t. ex. till en dylik, i vilken hållpunkter för datering saknas, överföra dateringar från en lagerföljd i närheten. Man kan också i många fall genom att i pollendiagrammet för en lagerföljd inpassa pollenanalysen för ett i närheten taget prov finna ut, vilken nivå i lagerföljden detta prov motsvarar».

Jag kommer nu till frågan, i vilken omfattning det för närvarande är möjligt att i Degerö stormyr tillämpa härovan skisserade åldersbestämningsmetoder. Det måste från början sägas, att möjligheterna härvidlag äro ganska begränsade. Att med landhöjningsstadiernas hjälp utföra åldersbestämningar låter sig ej göras, då myrkomplexet i sin helhet ligger ovan marina gränsen. Ej heller lyckas det att inom Degerö stormyrs lagerföljder urskilja horisonter, vilka registrera vegetationsförändringar framkallade av hydrologiska och meteorologiska rubbningar, som till tiden äro fixerade. Härmed åsyftas främst den *subatlantisk-subboreala* kontakten, vilken är en av de oftast använda lednivåerna vid åldersbestämningar i syd- och mellansvenska torvmossar. Jfr vidare kap. 6 där denna fråga diskuteras.

Endast en metod har visat sig kunna ifrågakomma vid datering av Degerö stormyrs lagerföljder, nämligen den som grundar sig på fastställandet av de nivåer, på vilka rester av granen uppträda. Som bekant ägde granens massinvandring efter istiden till Västerbotten, och för övrigt av allt att döma till hela Skandinavien, rum under ett senare skede än tallens, björkens och alens. Dessa senare inkommo till Västerbotten, såsom talrika fossilfynd visat, omedelbart efter landisens regression. (Jfr L. VON POST 1918.)

På grund av detta förhållande kan en tudelning göras av torvmarkernas lagerkomplexer i *preabiegna* lager, bildade före granens invandring, och i *abiegna*, bildade efter denna epok.

Frågan är nu, med vilken skärpa granens invandring till Västerbotten kan fixeras till tiden. Om denna sak veta vi för närvarande föga. Specialundersökningar över granens åldersförhållanden i Västerbotten saknas ännu. I Norrland äro de mest omfattande försöken att bestämma granens invandringstid utförda i Ångermanland, Jämtland och Hälsingland. R. SERNANDER har (1910 b, s. 220) i Ångermanland påvisat dess subboreala ålder. (Det subboreala skedet omfattar åren 2 500—500 f. Kr.) Genom undersökningar inom Ragunda socken i Jämtland har R. SANDEGREN funnit (1915 s. 35), att »granens invandring torde hava ägt rum ungefär samtidigt i östra Jämtland och i Närke». I Närke inkom granen enligt undersökningar av L. VON POST (1909, s. 640—641) vid början av hällkisttid, d. v. s. omkring år 2 000 f. Kr. (Se vidare L. VON POST 1916, s. 388 och 1918, s. 19). I Rogsta socken i Hälsingland har B. HALDEN (1917 s. 96) fastställt, att »granens invandring, räknad från den tid, då dess pollen uppträder med 1 % (med successiv stigning i yngre lager) till dess granpollenprocenten i isoleringskontakten uppnår 30 %, infaller mellan B 34 och B 26». (Med B 34 och B 26 förstås tidpunkter, då Bottenhavets strandlinje låg 34 resp. 26 meter högre än nu). Vidare har B. HALDEN (1917, s. 136 och 219) vid Hedninghälla, c:a 6 km S om Enångers kyrka i Hälsingland, funnit granpollen i ett kulturlager från övergången mellan gånggrifts- och hällkisttid. — På grund av saknaden av bestämda tidsuppgifter för granens invandring till Västerbotten inses utan vidare, att granen än så länge strängt taget blott kan tjäna som ledfossil vid en relativ åldersbestämning av Degerö stormyrs lagerföljder. Den förmodan ligger dock nära, att granen är av minst samma ålder i Västerbotten som i Ångermanland och Jämtland, sålunda cirka 4 tusen år.

Vid bestämmandet av en avlagrings preabiegna och abiegna ålder har jag i främsta rummet utnyttjat de anvisningar, som den fossila pollenfloran giver. Pollenfloran har studerats efter den VON POSTska pollenanalytiska metoden. Av särskilt stor stratigrafisk betydelse har härvid

varit att fastställa den nivå, på vilken granpollen börjar uppträda i sådan mängd, att denna nivå kan hänföras till tidpunkten, då granen inkom som skogbildare i Degerö stormyrs-trakten. Som sådan uppfattar jag den horisont i lagerföljderna, vid vilken granpollen börjar att uppåt konstant förekomma i hög frekvens, från att å nedanförliggande nivåer ha saknats eller endast uppträtt sporadiskt. — Det är med stöd av denna horisont — av L. VON POST (1916 b, s. 456) benämnd den *rationella granpollengränsen* — som Degerö stormyrs utvecklingshistoria i det följande kommer att diskuteras.

Den rationella granpollengränsens läge i lagerföljder illustreras tydligt av fig. 37 (sid. 148). Inom profilen G 220 ligger granpollengränsen mellan 7 och 8 decimeter under markytan; inom G 371 mellan 16 och 17 decimeter under markytan o. s. v.

Om den pollenanalytiska metoden och dess förutsättningar att tjäna som åldersbestämnings- och lagerkonnekteringsmetod samt att belysa forna skogars sammansättning. Eftersom den pollenanalytiska metoden i föreliggande undersökning vunnit stor användning och som det är på grundval av denna, som icke endast åldersbestämningarna göras, utan även diskussionen av skogsvegetationens utvecklingshistoria i Degerö stormyrs-trakten kommer att byggas, torde det vara nödvändigt att i detta sammanhang ingå på en redogörelse för metodens förutsättningar och eventuella felkällor. Härigenom kan var och en lättare bedöma värdet och giltigheten av de dragna slutsatserna.[1]

L. VON POST utgick vid uppställandet av den pollenanalytiska metoden från den uppfattningen, att makroskopiska fynd av skogsträdsrester i torvmossarna i mångt och mycket äro beroende av rena tillfälligheter. Ingå ej träden i själva den torvbildande växtformationen måste blad, frukter eller dylika rester av desamma med vind eller vatten föras till sådana för att inbäddas i torven. Förutsättningarna för en dylik spridning äro mycket växlande. Frånvaron av makroskopiska rester av ett visst trädslag i en mosses lagerföljd berättigar sålunda ej till den slutsatsen att detsamma ej ingått i traktens vegetation vid tiden för lagerföljdens bildning. Större synas utsikterna vara för att de fossila pollenregnen skola riktigt återge sammansättningen av de skogar, som omgåvo de sjöar och mossar, i vilka torven bildats. De flesta av våra skogsträd producera nämligen ofantliga mängder pollen, som med vindens hjälp sprides omkring. Av detta pollen kommer blott en försvinnande liten del till användning vid honblommornas pollination; huvudmassan förfelar sitt egentliga ändamål och faller omsider till marken. På grund av denna spridning kan pollen sålunda tämligen likformigt och i stor ymnighet inlagras i torvslagen oberoende av deras modersamhällens floristiska sammansättning. (Se vidare L. VON POST 1916 b, s. 435—437).

Men liksom nästan varje annan paleontologisk-stratigrafisk metod arbetar

[1] Föreliggande granskning av den pollenanalytiska metoden framlades inför Geologiska föreningen i Stockholm på ett sammanträde den 2 dec. 1920 i form av ett föredrag med titeln »Om den pollenanalytiska metoden för åldersbestämning av torvmosslager och dess biologiska förutsättningar».

med felkällor gör också den pollenanalytiska. Den grad av säkerhet som man kan tillerkänna metoden sammanhänger med den säkerhet, varmed man vågar bejaka följande fråga: Återspeglas bilden av den lokala vegetationens och pollenregnens sammansättning vid tidpunkten, då den pollenförande torven och gyttjan bildades, troget i den i torv- och gyttjebildningarna bevarade pollenfloran? — Det är endast under förutsättning av en dylik »trogen återspegling» som den pollenanalytiska metoden har värde som lagerkonnekteringsmetod och kan belysa forna skogars sammansättning.

Som möjliga felkällor hava vi att räkna:

1) *Fjärrtransport av pollen.* Det i torv- och gyttjebildningarna bevarade pollenet kan tänkas härstamma ej blott från den omgivande trakten, utan även långväga ifrån och sålunda ge en mer eller mindre falsk bild av den lokala vegetationens sammansättning vid den tid, då den pollenförande torven bildades.

2) *Olika resistens hos olika pollenslag.* Till följd av mindre motståndskraft mot de i naturen verksamma nedbrytande processerna kan en utgallring tänkas äga rum av vissa i pollenregnen ingående pollenslag.

3) *Pollenet uppfångas eller konserveras olikformigt tillföljd av växlingar i strukturen hos olika »nedslagsorter».*

Vi skola nu övergå till en närmare diskussion av dessa möjliga felkällor och börja med frågan om fjärrtransport av pollen.

1. Om fjärrtransport av skogsträdspollen och det långflugna pollenets roll inom en orts pollenregn.

Genom undersökningar, som våren och försommaren 1918 utfördes av H. HESSELMAN över skogsträdspollens spridningsförmåga (HESSELMAN 1919) fastslogs, att den långväga pollentransporten kan försiggå på vida längre distanser, än man förut velat göra troligt. Skogsträdspollenets spridningsförmåga bestämdes härvid dels genom iakttagelser över pollenregn på havet och dels genom pollenfynd i torv- och slamprov från skoglösa avlägset belägna länder. Pollenflyktsundersökningarna på havet verkställdes på tvenne fyrskepp, vilka voro stationerade i södra delen av Bottniska viken. Som huvudresultat av dessa undersökningar skriver HESSELMAN (1919, s. 47):

»1) Skogsträdspollen kunna i betydande massor föras avsevärda distanser över havet; över 5 à 6 mil från land har man rika blomningsår rikliga pollenregn och med all sannolikhet sträcka sig dessa pollenregn vida längre ut på havet.

2) Barrträdspollen alstras i sådana massor, att de kunna impregnera vattnet i omgivande hav inom stora områden och till betydande avstånd från land.

3) Pollen har iakttagits i algprov från skoglösa länder under sådana omständigheter att man har rätt att antaga pollentransporter i luften på 30 à 40 mil (Skottland—Färöarna) eller 70 till 90 mil (tallskogsgränsen i Nordryssland — Norra Gåskap eller Matotschin Shar å Novaja Semlja)».

På grund av ovannämnda exakta undersökningar är sålunda den misstanken fullt berättigad, att flera skogsträd verkligen representeras i en trakts torv- och gyttjebildningar genom långfluget pollen innan desamma gjort sitt inträde i traktens vegetation[1]. I vilken omfattning detta förekommit är naturligtvis

[1] Nyligen ha K. JESSEN och R. RASMUSSEN meddelat synnerligen intressanta och belysande exempel på långfluget skogsträdspollen från Färöarna (K. JESSEN och R. RASMUSSEN 1922), vilka i hög grad bekräfta H. HESSELMANS antaganden rörande den långväga pollenflykten. Dessa forskare hava i en mosse nära Thorshavn funnit pollen av al, björk, tall och lind. — Se vidare K. JESSEN 1920, s. 75—76.

omöjligt att i detalj säkert bedöma. A priori kan dock väntas, att långfluget pollen alltid spelar en kvantitativt mindre roll inom en orts pollenregn än det, som härstammar från ortens egen vegetation.

För att belysa frågan om *relationen i storlek mellan pollenregnens långflugna och lokala beståndsdelar* kan man arbeta efter tvenne olika metoder. En av dessa är att jämföra sammansättningen av den *nutida skogsvegetationen* med den *i subrecent torv* eller *gyttja* på samma plats funna pollenfloran. Omfattande sådana studier hava gjorts av L. von Post (1919) och G. Erdtman (1921). von Post skriver härom (1919 s. 104): »Pollenregnet har till sin allmänna karaktär tydligt lokal präge!, i det dess sammansättning på olika, även varandra ganska närbelägna punkter, återger de mera lokala variationerna i en trakts skogsbestånd, låt vara med en ännu icke bestämbar grad av skärpa».

En annan metod för studium av föreliggande fråga är att *undersöka skillnaderna i pollenregnens kvalitativa och kvantitativa sammansättning inom närbelägna platser med olikartad vegetation.* Som dylika undersökningar tidigare ej utförts, igångsatte jag sådana våren 1919 på Degerö stormyr. För dessa vill jag här i korthet lämna en redogörelse.

Observationerna anordnades på tvenne olika ställen inom Degerö stormyr. Den ena av dessa orter låg 300 meter S om skogskojan vid försöksfältet. Vegetationen utgjordes av *Carex rostrata-* och *Scirpus austriacus*-mossar. Träd och högvuxna ris saknades fullständigt. Dylika växter ingingo dock i de rismossar, som begränsade cyperacé-mossarna mot fastmarken. Den andra observationsorten låg 100 meter OSO om samma skogskoja. Växtsamhället var där tallbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse med ymnigt förekommande *Betula nana*. Den tredje punkten låg c:a 130 meter NNO om skogskojan i typisk blåbärsrik gransumpskog.

Observationsanordningarna vid dessa försök voro identiskt lika dem, som kommo till bruk vid Hesselmans studier över skogsträdspollens fjärrtransport över havet. (Se Hesselman 1919 s. 29). Sålunda uppfångades och konserverades det nedfallande pollenet i låga glasskålar, s. k. petriskålar, som hade en yta av c:a 60 cm² och vilkas bottnar voro belagda med ett tunt, med glycerin genomdränkt filtrerpapper. Varje skål användes endast för ett dygns observation. Den för dygnet avsedda skålen placerades på en träplatta, vilken utsattes på marken inom ett mera öppet parti av observationsorten. Bestämningen och räkningen av de på filtrerpapperen uppfångade pollenkornen utfördes på så sätt, att papperet avflyttades från skålen och utbreddes på en rutad glasskiva. Härefter granskades det tämligen genomskinliga filtrerpapperet stycke för stycke under mikroskop med ledning av rutnätet.

Studierna över pollenregnens sammansättning å de tre olika platserna på Degerö stormyr togo sin början den 23 maj och avslutades den 28 juni. Samtidigt utfördes fenologiska observationer över traktens vegetation.

De gjorda iakttagelserna över pollenregnen äro nedlagda i vidstående tabell 15. Utom antalet för varje dygn nedfallna pollen i skålarna å de skilda observationsorterna innehåller denna tabell även uppgift om vindriktning, vindstyrka och nederbörd inom Degerö stormyr under observationstiden. Bestämnings- och räkningsarbetet av de uppfångade pollenmängderna har till största delen utförts av fil. lic. A. Sörlin. Till honom vill jag här framföra mitt stora tack för denna värdefulla hjälp.

Under året 1919 var skogsträdens blomning inom Degerfors socken genom-

Tab. 15. **Observationer över pollenregn på Degerö stormyr våren och försommaren 1919.**

Beobachtungen über Pollenregen im Gebiet Degerö stormyr $^{23}/_{5}$—$^{28}/_{6}$ 1919.

I. Station inom Carex rostrata-mosse belägen 300 m S om skogskojan vid försöksfältet.
II. » » björkrik gransumpskog belägen 130 m NNO om skogskojan vid försöksfältet.
III. » » trädbevuxen Sphagnum Russowii-rismosse belägen 100 m OSO om skogskojan vid försöksfältet.

Datum	Antalet per dag fallna pollenkorn. Pro Tag aufgesammelte Pollenkörner												Vindens riktning Windrichtung	Vindens styrka meter per sek. Windstärke m pro Sek.	Anmärkningar Bemerkungen
	Pinus Tall (Kiefer)			*Picea* Gran (Fichte)			*Betula* Björk (Birke)			Övriga (Andere)					
Maj	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			Före den $^{23}/_{5}$ 1919 blommade *Alnus incana*, *Betula nana*, *Salices*, *Eriophora*.
23	0	2	0	0	5	0	39	29	525	12	14	12	S	3	
24	1	5	4	0	3	0	43	65	136	15	5	22	S	2—3	Började *Rubus chamæmorus* blomma.
25	2	3	4	0	0	0	19	6	260	3	4	5	S	3	» *Vaccinium myrtillus* blomma.
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Inga observationer, regn (5,8 mm).
27	0	2	2	2	2	4	8	4	42	6	0	—	N—NNV	0—1	Enstaka regndroppar.
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Inga observationer, regn (3,3 mm).
29	0	0	0	0	10	2	2	2	0	2	0	0	NV	2—4	Regn (1,9 mm).
30	2	4	0	16	14	10	4	0	12	8	0	4	NNV	2	
31	6	0	6	44	50	70	4	4	2	4	0	20	V	—	
Juni															
1	0	0	4	44	54	58	0	0	16	0	0	2	NNV	—	
2	0	0	0	34	22	70	0	0	0	0	0	0	SSO	—	Regn (1,7 mm).
3—4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Inga observationer, regn (5,3 mm).
5	4	4	16	60	138	66	0	0	0	0	0	0	SSV	—	
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Inga observationer, regn (2,1 mm).
7	16	6	6	100	94	132	0	0	0	0	0	0	SSV	—	Börj. gran. blomma i Degerfors s:n
8	4	0	2	4	2	6	0	0	0	0	0	0	SSV	—	Regn (1,1 mm).
9	70	34	62	68	32	36	0	0	0	2	0	0	S—SO	3—4	
10	24	12	10	52	28	62	0	0	0	18	8	2	NV	2—3	
11	18	24	20	6	4	12	0	0	0	2	2	2	V—VSV	5	Enstaka regndroppar.
12	10	22	28	14	16	40	0	0	0	0	0	0	NV	0—2	
13	76	32	30	0	4	10	0	0	0	1	0	0	O—OSO	0—3	Börj. tallen mera allmänt blomma på och omkring Degerö stormyr.
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	SO	0—3	Inga observationer.
15	1 872	228	1 992	12	12	12	0	0	0	48	0	60	O—NO	0—3	
16	424	320	776	1	0	0	0	0	0	3	0	0	O—SO	0—2	
17—20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S—SO	—	Inga observationer, regn (11,2 mm).
21	336	192	612	0	12	0	0	0	0	84	12	72	V—NV	3	
22	648	324	864	0	0	0	0	0	0	0	0	12	N	0—1	
23—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S—V	—	Inga observationer, regn (21,8 mm).
28	60	12	12	12	0	0	0	0	0	84	0	0	S	4—5	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Inga observationer, regn (63,3 mm).
S:a	3 573	1 226	4 450	469	502	590	119	110	2 221	294	45	219			

gående svag. Hos björken (*Betula verrucosa* och *B. pubescens*) förekom knappast någon blomning alls. På Degerö stormyr anträffades t. ex. blott två björkar, vilka buro enstaka hängen. Granens blomning var likaledes dålig. I skogarna närmast Degerö stormyr observerades ej en enda blommande gran. Däremot blommade tallen tämligen allmänt. Blomningsintensiteten hos detta trädslag kunde dock ej uppskattas högre än svag—medelmåttig.

Granska vi nu siffrorna över pollenregnens sammansättning på de olika observationsorterna, finna vi, att vissa skillnader göra sig gällande. På stationerna, som voro belägna inom cyperacé-mossassociationerna och den tallbevuxna *Sphagnum Russowii*-rismossen, uppfångades respektive 3 och 4 gånger så mycket tallpollen som på stationen inom gransumpskogen. Av *Betula*-pollen uppfångades inom *Russowii*-rismossen en c:a 22 gånger så stor kvantitet som inom övriga två växtsamhällen. Detta björkpollen härstammade med största säkerhet nästan uteslutande från *Betula nana*. (Pollen av *Betula nana* kan ej

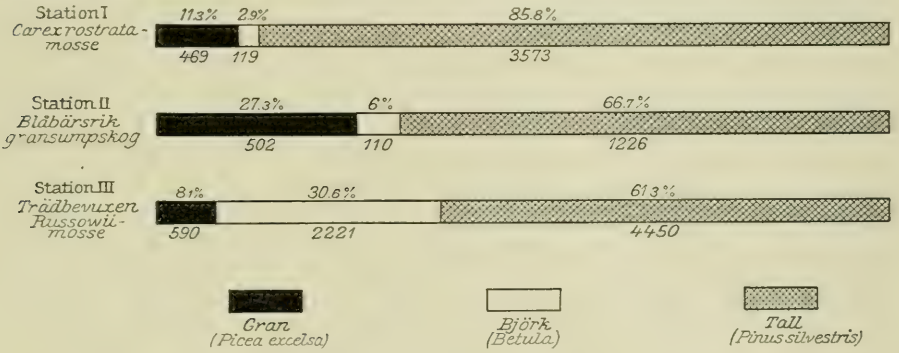


Fig. 36. Diagram över den procentuella fördelningen av på stationerna I—III under tiden 23 maj—28 juni 1919 uppfångat skogsträdspollen. De undre siffrorna beteckna absoluta uppfångade pollenmängder. Märk skillnaden mellan den bild som dessa och den som de procentuella siffrorna ge (t. ex. siffrorna för tall å station I och III).

Graphische Darstellung der prozentualen Verteilung auf verschiedene Waldbäume des an den Versuchsorten I—III in der Zeit vom 23 Mai bis zum 28 Juni 1919 aufgesammelten Pollens. Die untern Ziffern bedeuten absolute Pollenmengen. Man bemerke den verschiedenen Eindruck eines Vergleichs dieser und der oberen, prozentualen (z. B. die Ziffern für Kiefer an den. Stationen I und III).

säkert skiljas från pollen av *Betula verrucosa* och *B. pubescens*.) De uppfångade mängderna granpollen från de olika stationerna voro anmärkningsvärt lika.

Direkt torde framgå av dessa försök, att pollenregnets sammansättning på en plats i hög grad återspeglar den där förhandenvarande vegetationen. Särskilt tydligt framträder detta beträffande *Betula nana*. Pollen av denna växt uppfångades i större mängd endast på stationen inom rismossen, vilken ock var den enda plats där blommande dvärgbjörk var tillfinnandes. Samtidigt ge dock de uppfångade gran- och tallpollenmängderna på samtliga stationer det kraftigaste stöd för den åsikten att en omfattande spridning av skogsträdspollen äger rum. — Som ett mycket intressant och betydelsefullt resultat måste observationen av tall- och granpollen i pollenregnen 2 resp. 3 veckor före tallens och granens blomning i trakten betecknas. Som snödrivor allmänt lågo kvar i skogarna kring Degerö stormyr så sent som den 17 maj, torde det få anses fullkomligt uteslutet, att det uppfångade tall- och granpollenet härstammar från några i förväg blommande träd inom den lokala skogsvegeta-

tionen. I stället torde det vara *fjärrtransporterat* pollen[1]. Huru långväga ifrån detta pollen kan tänkas härstamma är likväl ej lätt att säga; förmodligen rör det sig härvidlag om högst betydande distanser (kanske 70 à 100 mil). Enligt G. Mellström (1919, s. 290) började granen våren 1919 blomma först omkring den 20 maj och tallen omkring den 25 maj i södra Sverige.

På grund av skogsträdspollenets stora spridningsförmåga synes det mig självklart, att man vid studiet av de fossila pollenregnen ej har rätt att tillmäta enstaka eller i ringa antal förekommande pollenkorn av våra skogsträd i en lagerföljd något större värde som vittnesbörd för desammas uppträdande på ifrågavarande plats. Av denna anledning ställer jag mig skeptisk till den *empiriska* granpollengränsens (L. von Post 1918 b, s. 456) — varmed förstås den nivå på vilken granpollen börjar uppträda regelbundet med en frekvens av minst 1 % — värde som kronologisk nivå, trots att dock vissa forskare använt (t. ex. R. Sandegren 1916, s. 10) densamma som sådan. Den långväga pollentransporten omfattar förvisso så pass stora pollenmassor, att den kan, som Hesselman (1919, s. 49) säger, »med en och annan procent förrycka den bild, som den fossila pollenfloran kan ge av traktens vegetation». Någon synkronism i det första uppträdandet i olika mossar av fjärrtransporterat pollen kan ej väntas, emedan fjärrtransportens betydelse måste variera i olika mossar, beroende på mossens läge, omgivningarnas topografi, exposition mot pollenförande vindar etc.

Däremot torde, att döma av resultaten av undersökningarna över relationen i storlek mellan pollenregnens långflugna och lokala beståndsdelar, den rationella granpollengränsen verkligen visa, att granen vid den tid, då denna »gräns» började utbildas, liksom även senare, funnits i trakten. Stegringen i granpollenfrekvensen, som börjar vid den rationella granpollengränsen, är nämligen så stor, att den förutsätter masstillförsel av granpollen.

På grund av de oftast mycket stora och tvära omslag i granpollenfrekvensen, vilka markera den rationella granpollengränsen i Degerö stormyrs lagerföljder, ser det ut som om granens invandring till Degerö stormyr och dess omgivningar skett i ett hastigt tempo. Även åsikten, att den rationella granpollengränsen bildats ungefär samtidigt inom samtliga delar av myrkomplexet, vinner genom de stora och tvära omslagen i granpollenfrekvensen ett mycket kraftigt stöd.

2. Om skogsträdspollenets resistens.

Över skogsträdspollenets resistens mot i naturen verksamma nedbrytande processer finnas så vitt jag vet inga undersökningar. Det är sålunda för närvarande omöjligt att framlägga genom försök vunna fakta till denna frågas belysning.

Av allt att döma nedbrytas dock flertalet skogsträdspollen relativt hastigt, om full syretillgång är rådande och desamma samtidigt utsättas för fuktighetsväxlingar. Detta skulle bäst illustreras därav, att trots den rika pollenimpregnation, som årligen äger rum inom våra skogars råhumusjordar, dessa dock i stort sett äro tämligen pollenfria. — Bevisande är dock ingalunda detta exempel.

Beträffande skillnaderna i resistens mellan olika skogsträdspollen ser det

[1] Beträffande de enstaka allra tidigast uppfångade pollenkornen kunde man möjligen tänka sig, att de hållit sig svävande i luften sedan föregående vegetationsperioder. Sålunda uppger H. P. Miquel (1883) på grundval av omfattande undersökningar, att i Paris även under vintern pollenkorn träffas svävande i luften.

ut, som vore dessa tämligen små, om vi undanta asppollenet. Asppollenet tyckes vara vida obeständigare än övriga pollenslag, eftersom det genomgående tyckes saknas i torv- och gyttjebildningar.

3. Om olika »nedslagsorters» förutsättningar att uppfånga och konservera skogsträdspollen.

Vi komma så över till nästa huvudfråga, då det gäller att bilda sig en uppfattning om den pollenanalytiska metodens användbarhet, nämligen i vilken omfattning det fallna pollenet på grund av olika strukturer hos nedslagsorterna kan tänkas uppfångas eller konserveras olikformigt och pollendiagrammen sålunda komma att ge en mer eller mindre falsk bild av pollenregnens verkliga procentuella sammansättning vid tidpunkten, då den pollenförande torven bildades.

Om skogsträdspollens nedslag på en fri vattenyta. På våren eller försommaren, då skogsträden blomma, bliva sjöar och vattendrag som bekant rikligt bemängda med tall- och granpollen. Av detta sjunker blott en ringa del omedelbart till bottnen. Huvudmassan av pollenet behåller ganska länge sin flytförmåga och drives därför i stor utsträckning av strömmar, vågor och vind mot stränder och lugnare ställen (spakvatten, vikar etc.), där det slutligen sedimenterar eller upplöses. En dylik flytförmåga sakna fullständigt *samtliga* svenska lövträds pollenkorn, vilket jag genom egna försök kunnat övertyga mig om. Många lövträdspollen, exempelvis björkens och alens, sjunka t. o. m. raskt till bottnen, då de falla ned på ytan av en sjö (se H. Potonié 1910, s. 51).

På grund av dessa olikheter i flytförmågan sker sålunda i sjöar och vattendrag en hastig och omfattande sortering av det vid pollenregnen fallna skogsträdspollenet i barrträds- och lövträdspollen. Lövträdspollenet sjunker utan nämnvärd sidoförflyttning omedelbart till bottnen. Barrträdspollenet håller sig däremot länge flytande och blir härigenom i tillfälle att innan det sedimenterar, förflyttas en större eller mindre distans från det ställe där nedslaget på vattenytan ägde rum.

För att få exempel på i vilken omfattning nu nämnda pollensortering kan influera på pollenflorans sammansättning i samtidigt bildade gyttjor från olika partier av ett och samma sjöbäcken, vilket varit utsatt för likartade pollenregn, har jag ingående pollenanalytiskt undersökt ett flertal profiler inom Strängmyrens fornsjöområde. Dessa undersökningar hava givit resultat, som voro att vänta. I gyttjeprov från fornsjöns centrum träffades barrträds- och lövträdspollen i lika antal, medan i gyttjeprov från skyddade vikar och från strandpartier relationen mellan lövträds- och barrträdspollenmängderna var ungefär 1:5. Se pollendiagrammen fig. 37.

Av härovan diskuterade förhållanden torde sålunda tydligt framgå, att man beträffande limniska bildningar ej obetingat av pollendiagrammen kan sluta sig till de forna pollenregnens procentuella sammansättning. I vilken omfattning den i gyttjebildningarna bevarade pollenfloran ger en skev bild av pollenregnen är dock helt naturligt omöjligt att i detalj säkert avgöra, då ju variationen i barrträdspollenets drift och sedimentation står i nära korrelation till växlingarna i vattenbäckenets topografi, vind- och strömförhållanden. — Lagerkonnektioner inom limniska bildningar på grundval av lika frekvenstal i pollendiagrammen bli härigenom alltid osäkra och lätt missvisande[1].

[1] Jfr G. Erdtman 1921, s. 42—44, där en motsatt uppfattning rörande denna felkällas betydelse förfäktas.

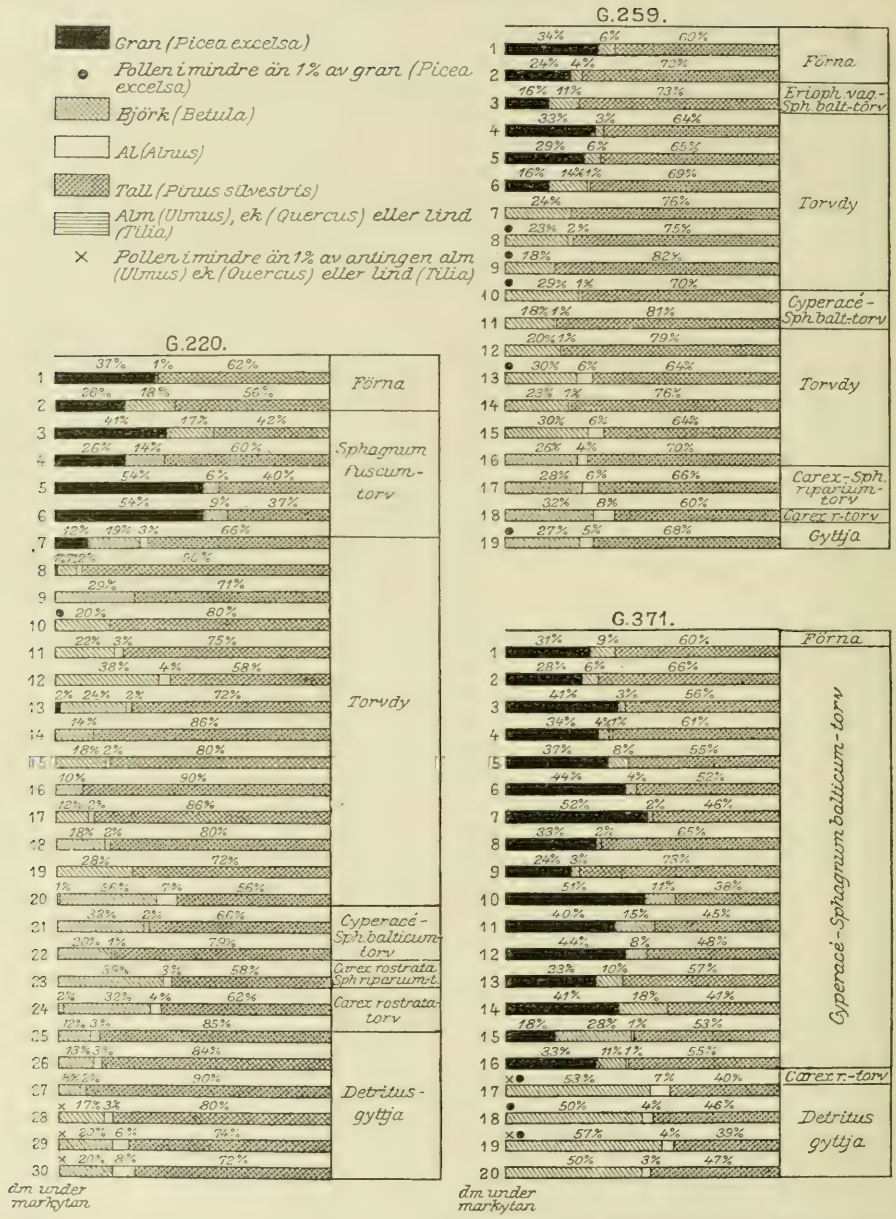


Fig. 37. Diagram över den procentuella fördelningen av skogsträdspollen på olika djup med 1 dm intervall inom trenne profiler från Strängmyren. Rörande profilernas läge se profilplansch II. Observera skillnaderna i mängden lövträdspollen i gyttjelagren inom G 371 och G 220 samt G 259. G 371, där lövträdspollenhalten är stor, ligger nära Strängmyrfornsjöns centrum. G 220 och G 259 där lövträdspollenhalten är ringa ligger närmare fornsjöns stränder.

Drei pollenanalysierte Profile aus Strängmyren: Graphische Darstellung der prozentualen Verteilung des fossilen Pollens auf die verschiedenen Waldbäume in Proben verschiedener Tiefenlage. Die Ziffern links bedeuten dm unter der Oberfläche. Lage der Profile, siehe Profiltafel II. Man bemerke den verschiedenen Gehalt an Laubbaumpollen in den Gyttja-Schichten der verschiedenen Profile. G 371 mit hohem Gehalt liegt nahe am Zentrum des Altsees, G 220 und G 259 mit geringerem Gehalt näher am Ufer.

Om torvmarkers förutsättningar att uppfånga och konservera skogsträdspollen. Var och en, som sysslat med paleontologisk undersökning av torv, kan ej undgå att lägga märke till de stora växlingar, som råda beträffande pollenhalt och pollenets bevaringstillstånd i olika torvslag. I torvslag med cyperacé-mossar till modersamhällen träffas pollen i allmänhet talrikt och väl bevarat. Däremot äro flertalet kärr- och sumpskogstorvslag pollenfattiga, och det pollen som finnes oftast trasigt och hopfallet. En mellanställning med hänsyn till pollenhalten kunna rismossetorvslagen sägas inta — vissa äro fattiga på pollen, andra rika. (Se vidare L. VON POST 1916 b, s. 438—439, G. ERDTMAN 1921, s. 26 och R. SANDEGREN 1916, s. 68—71).

Vilka kunna nu orsakerna vara till detta förhållande? — Månne de olika huvudtyperna av torvslag bildats olika hastigt och de långsamt bildade härigenom per volymsenhet fått mottaga större pollenkvantiteter ur pollenregnen än de hastigt bildade? En sådan förklaring kan ej vara riktig. De pollenrika cyperacé-mossetorvslagen bildas säkerligen, (se profilplanschema I och II) i regel ej långsammare än de pollenfattiga sumpskogs- och kärrtorvslagen — snarare tvärtom. Antagligare är, att växlingarna i pollenets mängd och bevaringstillstånd i olika torvslag sammanhänga med olikheter i *strukturen* hos skilda torvmarker, varigenom pollenet uppfångas och konserveras olikformigt.

Nu nämnda växlingar i pollenets halt och bevaringstillstånd i olika torvslag liksom även den ringa mängden av det i torvmossarna bevarade pollenet i förhållande till de pollenmängder, som pollenregnen under tidernas lopp tillfört mossarna, berättiga till det antagandet, att nästan allt skogsträdspollen, som efter nedslaget på en torvmosse blir sittande kvar på mossens yta, saknar möjligheter att bevaras åt eftervärlden. Den stora syretillgången, djurlivet i marken, den upprepade genomfuktning och uttorkning, som pollenet utsättes för, påskynda i hög grad frömjölets nedbrytning. Det pollen, som finnes bevarat i torvmarkerna, torde därför mestadels vara sådant, som tämligen snart efter nedslaget trängt ned till lägre nivåer, där syretillgången är mindre och konserveringsbetingelserna härigenom gynnsammare.

För att fastställa i vad mån pollen kan tänkas nedsjunka i olika torvmarkstyper utförde jag hösten 1919 följande experiment på Degerö stormyr: Pollen av brandgul lilja *(Lilium bulbiferum)* utströddes i tjocka lager in situ på ytan av olika torvmarker[1]. De beströdda ytorna hade en storlek av $^1/_2$ dm^2. Därpå tillsattes långsamt 300 ccm vatten. Efter en vecka insamlades torvprov från de ställen, där pollen utströtts. Dessa prov underkastades mikroskopisk analys på *Lilium*-pollen.

Dessa försök gåvo till resultat, att en nedsjunkning äger rum inom flera torvmarkstyper, främst sådana, som bildas av cyperacé- och rismossar. Däremot konstaterades ej någon nedsjunkning inom dykärren. Beträffande nedsjunkningen framgick vidare, att denna inskränker sig enbart till det översta — av det levande växttäcket och bottenförnan (se s. 92) bestående — markskiktet. I torv eller torvdy iakttogs *ej* någon nedsjunkning. — Visserligen var nedsjunkningen i de av mig observerade fallen ej större än 6 cm. Att nedsjunkningen ej hade större belopp beror dock sannolikt på, att i de marker, där nedsjunkning konstaterades, förnalagret ej var mäktigare än 10 cm. Hade detta skikts

[1] *Lilium bulbiferum* ägnade sig väl som försöksobjekt, på grund av dels pollenkornens karaktäristiska form dels att växten ej odlas i trakten.

mäktighet varit större, skulle säkerligen nedsjunkningen ha stigit i proportion därmed, ty porvidden avtar mot djupet även inom förnalagret.

Detta försök över pollenkorns nedsjunkning i förening med vår kunskap om vattenstånd och syrebalans inom olika torvmarker ger en sannolik förklaring till det förhållandet, att i cyperacé-mossetorvslagen pollen träffas talrikt och väl bevarat, under det att i kärrtorvslagen pollenhalten är låg och det pollen som finnes vanligen trasigt och hopfallet. I cyperacé-mossarna är ytlagret mycket luckert och det syrefria grundvattnet står högt. Pollenet kan följaktligen i stor omfattning nedsjunka till »konserverande nivåer». I kärren nedbrytes däremot pollenet lätt. Vi ha ett syrerikt ytvatten. Ytskiktet är föga luckert, varigenom nedsjunkningen försvåras. Denna hindras ock av ymniga alger och levermossor, som allmänt uppträda inom kärren. — Sumpskogarnas torvslag äro ävenledes fattiga på pollen. Sumpskogarnas övre markskikt är visserligen luckert, men det utsättes för stor genomluftning. En mellanställning kunna rismossarna sägas inta med hänsyn till förmågan att uppfånga och konservera pollen.

På grund av att olika torvmarker ha olika uppfångande och konserverande egenskaper kan diskussionen över pollenregnens och skogsvegetationens sammansättning ej baseras på grundvalen av de absoluta mängder, vari skogsträdspollen förekomma i prov av olika torvslag. Man måste nöja sig med relativa frekvenstal. — Det säger sig självt, att med begagnandet av relativa frekvenstal följer en avsevärd begränsning av möjligheterna att utnyttja pollenanalyserna. Användandet av relativa pollenfrekvenstal är nämligen förknippat med vissa svåreliminerade felkällor, vilka helt och hållet kunna förrycka den verkliga bilden av de forna skogarnas och pollenregnens sammansättning. Man betänke, att de relativa frekvenstalen ha direkt bevisvärde, då det gäller att draga slutsatser om forna skogars sammansättning, endast under förutsättning att de olika slagen av sedimenterade pollen verkligen förete likartad resistens. Vidare låter sig mycket väl tänkas att, såsom Hesselman (1916, s. 391) påpekat, ett trädslag ingalunda har minskat eller ökat i antal, trots att dess procentuella bidrag till pollenregnen av- eller tilltagit genom att i skogen olika rikt pollenproducerande trädslag tillkommit eller försvunnit.[1] De relativa pollenfrekvenstalen kunna därför endast tillmätas värde att i grova drag återge den forna skogsvegetationens sammansättning. — En synnerligen kraftig förändring i skogarnas sammansättning är den som markeras av den rationella granpollengränsen. Av denna anledning synes det mig också berättigat — trots ovannämnda reservation — att tillmäta denna gräns ett ganska högt värde som lednivå.

Man kan även tänka sig en annan felkälla, då det gäller att av den i torvbildningar bevarade pollenfloran draga slutsatser om forna pollenregns sammansättning. Denna skulle bestå däruti att — tack vare olikheter i porositet och syrebalans inom olika förnalager — i olika omfattning en utgallring av stora pollen äger rum. Små pollenkorn böra självfallet, om inga biomständigheter, såsom stor vidfästningsförmåga, lägga hinder i vägen, ha större utsikter att inom ett och samma bottenförnalager nedtränga till ett djupare, mera skyddat läge än de stora. Dessa senare fastna högre upp och utsättas härigenom lättare för de nedbrytande processerna. — Som björk- och alpollenet har mindre storlek än tall- och granpollenet, låter — för att nämna ett exempel — sig väl tänkas, att inom vissa lagerföljder de förra pollenslagen överrepresenteras i förhållande till de senare. (Se G. Erdtman 1921, s. 26—48).

I syfte att fastställa, i vad mån nu berörda förhållanden verkligen i naturen spela någon roll, har jag utfört en serie undersökningar av närbelägna, av olika torvslag uppbyggda profiler, som tack vare sitt läge måste ha utsatts för likartade pollenregn. Dessa olika torvslag härstamma från förnatyper med olika porositet och syrebalans. I varje profil fastställdes först den relativa frekvensen av olika pollenslag på olika djup med 1 dm intervall. Därefter beräknades för varje profil och varje pollenslag ett medeltal av dessa procentsiffror omfattande samtliga lager ovanför den *rationella granpollengränsen*. Det visade sig härvid, att en förvånansvärt stor överensstämmelse rådde mellan profilerna. — Som exempel kunna från Strängmyren följande på detta sätt erhållna procentsiffror meddelas:

Profil	Tall	Gran	Björk
G. 507	53 %	38 %	9 %
» 441	58 »	35 »	7 »
» 371	53 »	38 »	9 »
» 259	67 »	25 »	8 »

Om de undersökta profilernas läge och byggnad se profilplansch II.

Den stora konformiteten i nu nämnda pollendiagram tyder på att vi i nu berörda förhållande ej ha att söka någon allvarligare felkälla. — Bevisande är den dock *ej*. Skola fullt avgörande belägg i denna fråga erhållas, måste experimentella försök över olikstora pollenkorns eller liknande partiklars nedsjunkning i olika förnatyper utföras[1].

B. Myrkomplexets tillkomst och daning.

Degerö stormyr under preabiegn tid. Vid vilken tidpunkt inlandsisen drog sig tillbaka från Degerö stormyrtrakten är ännu icke genom specialundersökningar klarlagt. Sannolikt inträffade detta dock för cirka 7 à 8 årtusenden sedan. Till utgångspunkt för denna uppfattning tager jag då huvudsakligen resultaten av G. De Geers m. fl. bekanta undersökningar över postglacialtidens längd i Ragunda-trakten i östra Jämt-

[1] Med tanke härpå igångsatte jag vintern 1920 följande försök: På ytan av från sina naturliga platser hämtade torvstycken utströddes brunstenspulver av kornstorlek motsvarande ett visst pollenslags storlek. Härefter begöts den beströdda ytan droppvis med 300 ccm vatten. Efter denna procedur, varunder ett konstant vattenstånd rådde, infrystes torvstycket. Genomfrusna söndersågades torvstyckena i 1 cm tjocka skivor, vilka underkastades kemisk analys på brunsten. — Man inser lätt fördelarna av att på kemisk väg kunna fastställa nedsjunkningen. Analyserna kunna utföras på tämligen stora prov. (Det tidsödande mikroskoperingsarbetet gör eljest, att endast små prov kunna bli föremål för undersökning.) Härigenom blir risken, att i låg frekvens förekommande partiklar av pollenkorns storlek undandraga sig uppmärksamheten, mindre, liksom även att strukturojämnheter i torven göra sig gällande som felkällor. — Tyvärr har det visat sig att de av mig utförda brunstensförsöken på grund av brunstenskornens växlande form ha ett illusoriskt värde. Av denna anledning vill jag ej närmare ingå på desamma och de resultat som de gåvo. Jag ämnar dock i en snar framtid söka att närmare belysa frågan om nedsjunkningen i torvmarker efter en annan metod, nämligen genom att arbeta med naturligt pollen, som impregnerats med olika ämnen.

land (se G. Andersson & S. Birger 1912, s. 145; R. Sandegren 1915).

Då Degerö stormyr-trakten blev isfri, var Västerbottens ytgestaltning mycket olik den nuvarande. Stora delar av landskapet lågo sänkta i Bottenhavet. Kustlinjen för Västerbottens fastland låg 5 à 6 mil västligare än nu, och utanför denna höjde sig det nutida kustlandets högsta partier som holmar och skär i havet. Se kartan fig. 38.

Det högland, på vilket Degerö stormyr är beläget, var en dylik holme. Den låg i mynningen av en bred fjord, som sträckte sig ända upp mot Lycksele. Bottenhavets högsta strandlinje kring holmen (marina eller *baltiska* gränsen, R. Lidén 1913, s. 3) markeras tydligt av de översta hällmarksfläckarna på sluttningen nedanför myren. Ursprungligen täckta av morän, frisköljdes dessa hällmarker, då havsvågorna slogo och bränningarna arbetade mot holmens stränder.

Av Degerö stormyr fanns vid tiden för inlandsisens regression endast ett antal grunda sjöar, vilka intogo sänkorna mellan moränvallarna. Läget av dessa sjöar framgår i huvudsak av kartan fig. 27 (s. 95). Sjöarna saknade vanligen bäckförbindelse med varandra. Däremot måste de ha stått i nära grundvattensförbindelse. Denna förbindelse möjliggjordes därigenom, att flera av de åtskiljande moränvallarna voro ändmoräner (se sid. 9) och sålunda i stor omfattning uppbyggda av grovt material och rika på släppor och kanaler.

Överloppsvattnet från detta sjösystem sökte sig väg dels genom Vargstubäcken dels som grundvatten genom de av morän fyllda sänkorna i klippbarriären, vilken i norr och nordväst begränsar Degerö stormyr. Dessa sänkor äro belägna sydost och nordväst om Flakatjälen, inom försöksfältet och slutligen inom det parti, där Vargstubäcken framrinner.

Tidigt inkom växt- och djurliv i sjöarna. En livlig avsättning av torv och gyttja ägde rum, och i dessa jordslag inbäddades frön, blad, pollen m. m. av sjöarnas och omgivande markers vegetation.

Av de växtfossil, som finnas bevarade i Degerö stormyrs äldsta torv- och gyttjelager, framgår, att den flora, som först tog det isfria landet i besittning, var av tempererad art.

Tabell 16 på sidan 156 ger oss vissa möjligheter att bedöma sammansättningen av de skogar, vilka träffats kring Degerö stormyr under hela dess tillvaro. Av de höga frekvenstalen för tall och björk i myrkomplexets äldsta lager kan man sluta, att de första skogarna inom undersökningsområdet till stor del bestodo av dessa båda trädslag. Detta bestyrkes även av talrika fynd av makroskopiska björk- och tallrester. Vidare uppträdde alen och *Salices* tidigt.

Av stort intresse är att konstatera, att pollen av *alm*, »*ek*», *lind* och

Fig. 38. Strandlinjens ungefärliga läge i Degerö stormyr-trakten vid tiden för Bottenhavets högsta stånd. — Efter C. J. ANRICK's »Karta över Sveriges åkerareal, Stockholm 1921». — Det gråa betecknar områden, som efter denna tid höjt sig över havet. Degerö stormyr låg vid denna tidpunkt, som synes, på en holme i havet.

Ungefähre Lage der Uferlinie in der Gegend um Degerö Stormyr herum zur Zeit des höchsten Standes des baltischen Meeres; nach der Karte von C. J. ANRICK 1921 Über das Ackerareal Schwedens. — Das mit grauem Ton bezeichnete ist durch die Landhebung später entstandenes Land. Zu dieser Zeit lag also Degerö Stormyr auf einer Insel im Meer.

»*hassel*»[1] träffas inom Degerö stormyrs torv- och gyttjebildningar från tidig preabiegn och ända ett stycke in i abiegn tid. Detta pollen förekommer dock vanligen i proven i en frekvens understigande 1 % av sammanlagda skogsträdspollenmängden. Endast i vissa undantagsfall uppgår det ädla lövträds- och »hassel»-pollenet till 2 à 3 %.[2] — Även pollen av *gran* träffas ofta sporadiskt inom såväl äldre som yngre preabiegna lager. Se pollendiagrammen.

Om nu detta ädla lövträds-, »hassel»- och granpollen härstammar från enstaka träd och buskar inom den lokala vegetationen eller om det transporterats till Degerö stormyr med vindens hjälp långväga ifrån, kan för närvarande ej säkert avgöras. För det senare alternativet talar i viss mån förhållandet, att makroskopiska rester av ädla lövträd och hassel, trots ganska omfattande efterforskningar, ännu ej anträffats inom Degerö stormyrs lagerföljder. Samma gäller ock för makroskopiska granrester inom myrkomplexets preabiegna bildningar. — Bevisat är dock å andra sidan genom fynd av hasselnötter samt frukter och blad av ädla lövträd på ett flertal ställen, vilka ej ligga mycket sydligare än Degerö stormyr, att hasseln och de ädla lövträden fordom verkligen haft en större utbredning i Norrland än i nutiden.

Fossila hasselnötter hava anträffats i Lillbergsmyren, Agnäs by, Bjurholms socken i Västerbotten cirka 4 mil söder om Degerö stormyr (G. Andersson 1902, s. 2). — Den nordligaste nutida hasselförekomsten är Billaberget inom Själevads socken i Ångermanland cirka 13 km V om Örnsköldsvik.

De nordligaste hittills bekanta fyndställena för makroskopiska rester av fossil alm (*Ulmus scabra*) äro Åskammen i Själevads socken (G. Andersson 1902, s. 14), Kärnmyren i Sollefteå socken och Ragunda vid kyrkbyn (G. Andersson 1896, s. 70). Dessa ligga något sydligare än almens nordligaste nutida växtplatser, vilka äro Klitthälla, Stalonberget, Forsberget, Skikkisjöberget inom Vilhelmina socken i Åsele lappmark samt Danielsberget och Linbäcken inom Själevads socken i Ångermanland (A. Holmgren 1909, G. Andersson & S. Birger 1912, s. 221—223, 229 och 387).

[1] Vid bestämningen av skogsträdspollen råder i vissa fall stor osäkerhet. Det är sålunda ej möjligt att säkert skilja pollen av ek (*Quercus robur*) från pollen av *Viola palustris* och pollen av bok (*Fagus*) från pollen av *Helianthemum*. Även pollen av hassel (*Corylus avellana*) kan ej säkert skiljas från pollen av pors (*Myrica gale*).

Däremot erbjuder, såvitt man hitintills kunnat se, bestämningen av tall-, gran-, al-, björk-, lind- och almpollen inga risker till förväxling. Se vidare G. Erdtman 1923, där dessa frågor diskuteras och goda avbildningar meddelas av flera i svenska torvmossar förekommande pollen- och spor-slag.

Eftersom de inom Degerö stormyrs lagerföljder förekommande ek- och hasselliknande pollenkornen med ungefär lika stor sannolikhet härstamma från ek och hassel som från kärrviol och pors, har jag medtagit desamma i tabellerna som ek- och hasselpollen, men med namnen inom citationstecken.

[2] Det ädla lövträds- och hasselpollenet har en anmärkningsvärt likformig spridning inom olika delar av Degerö stormyr.

Fossil lind (*Tilia cordata*) har anträffats inom Anundsjö socken i Ångermanland och inom Bjurholms socken i Västerbotten samt på flera ställen inom det nutida reliktområdet (G. Andersson & S. Birger 1912, s. 183). Lindens nordligaste nutida växtplats är berget Lillruten, beläget nära byn Magdbäcken cirka 5 km nordost om Skuleberget i Ångermanland. På samma ställe förekommer även lönnen (*Acer platanoides*) (H. Skotte 1920, s. 215).

Enligt G. Andersson & S. Birger (1912, s. 179) torde den nordligaste nutida lokalen för spontan ek (*Quercus robur*) vara Stormyren å Gullgruva bruks ägor på SV-sidan av Järvsjön inom Skogs socken i Hälsingland. Huru långt norrut eken fordom varit utbredd i Norrland är ej närmare känt.

Skogsförhållandena kring Degerö stormyr torde av pollendiagrammen att döma (se tabell 16 och sid. 148) varit anmärkningsvärt likartade under hela det preabiegna skedet. Variationerna i pollenfördelningen på olika nivåer äro nämligen mycket obetydliga.

Den fanerogamflora, som först inkom i Degerö stormyrs sjöar, hade fullständigt samma karaktär som den nutida inom Storkåtatjärnen. Närmast stränderna uppträdde *Carex rostrata*-samhällen bakom m. o. m. glesa bälten av *Phragmites* och *Equisetum limosum*. På djupare vatten frodades *Nuphar luteum*, *Potamogeton* sp., *Sparganium* sp. Ett rikt djurliv med crustacéer, rhizopoder, spongier, insekter och förmodligen även fiskar träffades vidare i sjöarna.

Diatomacé-floran, som omedelbart efter landisens regression inkom i sjöarna (se sid. 99), överensstämmer enligt uppgift av fil. doktor B. Halden, som godhetsfullt ägnat densamma studium, nära med den nutida lappländska.

Emellertid fortgick sjöarnas igenväxning icke oavbrutet genom att *Phragmites*- och *Carex rostrata*-samhällen vunno utbredning. Snart inkommo gungflybildande vitmossor (sphagnacéer av *Cuspidatum*- och *Palustre*-typ). Dessa tilltogo i frekvens, och härigenom bildades gungflyn, vilka liksom isbryggor började spinna över sjöarnas vattenytor. — På detta sätt överfördes nu betydande partier av sjöarna till *cyperacé-mossar*. Genom analys av preabiegna lager av »torv av cyperacéer, *Sphagna Palustria* och *S. Cuspidata*», vilka ha cyperacé-mossar till modersamhällen, har framgått, att de preabiegna cyperacé-mossarna torde haft samma sammansättning som de nutida. Samma vitmossor, vilka uppbygga bottenskiktet i Degerö stormyrs recenta cyperacé-mossar anträffas nämligen. Fullständiga paleontologiska belägg för denna åsikt kunna dock ej presteras därför att de ingående halvgräsen ej i större utsträckning kunna närmare bestämmas.

Ungefär samtidigt med att vegetation inkom i sjöarna började torvbildande vegetation uppträda kring källor och i bäckar. Sammansättningen av denna vegetation kan tyvärr ej fullständigt till typen fastställ-

Tab. 16. **Fossilt skogsträdspollen i torv- och gyttjebildningar från Degerö stormyr.**
Fossiles Pollen von Waldbäumen in Torf und Gyttja des Degerö Stormyr.

Insamlingsort Ort der Probenahme	Provets läge under markytan Tiefe unter der Oberfläche cm	Provets art Natur der Probe	Pollenslag och pollenfrekvens Vorkommen (+) und Frequenz des Pollens von:								
			Gran *Picea*	Tall *Pinus*	Björk *Betula*	Al *Alnus*	Lind *Tilia*	Alm *Ulmus*	»Ek» *»Quercus»*	Avenbok *Carpinus*	»Hassel» *»Corylus»*
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
Kronmyren, G 200 profil C—D	50	vitmosstorv	30	56	11	3	—	+	—	—	—
	100	»	26	56	14	4	—	—	+	—	—
	150	»	36	36	26	2	+	—	—	—	—
	210	torvdy	24	49	25	2	—	—	—	—	—
Kronmyren, G 330 profil C—D	50	vitmosstorv	31	50	16	3	—	—	+	—	—
	100	»	35	41	20	2	—	—	2	+	—
	150	»	35	35	29	1	—	—	—	—	—
	200	»	35	49	14	2	—	—	+	—	—
	250	»	23	52	23	2	+	—	—	—	—
	300	torvdy	0	41	58	1	—	—	—	—	—
	350	detritusgyttja	0	73	20	7	—	+	—	—	—
Kronmyren, nära grundvattensbrunnen 24	400	detritusgyttja	9	39	44	8	+	—	+	—	+
	450	»	+	34	48	18	—	+	—	—	—
	475	»	+	44	41	15	—	—	—	—	+
	500	sandmjäla	0	42	54	4	—	—	—	—	—
Kläppmyren, G 670 profil A—B	50	vitmosstorv	18	55	24	3	—	—	+	—	—
	100	»	29	34	34	3	—	—	—	—	—
	150	torvdy	0	53	44	3	—	—	—	—	+
	200	»	0	56	40	4	—	—	—	—	—
	250	»	1	40	52	6	—	1/2	1/2	—	—
	300	torv	1	57	38	4	+	—	—	—	—
	350	detritusgyttja	2	61	26	9	—	—	+	—	2
Kläppmyren, G 770 profil A—B	100	vitmosstorv	25	27	43	3	—	—	2	—	—
	150	»	5	51	42	1	—	1/2	1/2	—	+
	200	»	+	40	55	4	—	—	1	—	+
	250	torvdy	2	45	51	2	—	—	—	—	—
	300	detritusgyttja	+	50	39	11	—	—	—	—	—
	320	»	0	51	37	12	—	+	—	—	—
Stormyren	200	torvdy	+	58	39	3	+	—	—	—	+
	250	»	0	63	32	5	—	—	—	—	+
	300	»	3	70	23	4	—	—	—	—	—
	360	»	+	60	29	9	—	1	—	—	1
Flakatjälsmyren	250	torv	1	32	64	3	—	—	+	—	—
	275	»	0	26	70	3	—	+	1	—	—
	300	»	+	52	40	8	—	—	—	—	—

las av brist på lämpligt urkundsmaterial. Sannolikt förekommo i bäckarna (liksom i nutiden inom Kåtatjärns- och Vargstubäckarna) rena *Carex rostrata*-samhällen samt *Carex rostrata*-mossar. Kring källorna uppträdde kärrsamhällen samt förmodligen även *Sphagnum Warnstorfii*-mossar eller andra vitmossrika samhällen med analoga ekologiska fordringar.

Genom de torv- och gyttjebildningar, som växt- och djurlivet i sjöarna och bäckarna gåvo upphov till, försvårades vattenavrinningen från sjöarna (se sid. 125). Vid oförändrad tillrinning måste då vattenståndet bli högre och en del av det tillrunna vattnet utbreda sig åt sidorna. Sjöarnas ursprungligen oförsumpade stränder översvämmades och förvandlades, sedan olika försumpningsfloror tagit översvämningsmarkerna i besittning, så småningom till myrmarker. — Vilka växtsamhällen, som först kommo till utbildning på de översvämmade stränderna, kan ej heller säkert avgöras. De torvbildningar, som desamma gåvo upphov till, äro nämligen så starkt förmultnade (de bestå av torvdy), att på grundval av dem endast ytterst fragmentariska slutsatser kunna dragas. Förmodligen voro samhällena kärr- och cyperacé-mossar. Strådelar av halvgräs (cfr *Carices*) samt emellanåt även av *Equisetum limosum* (t. ex. G 95, profil C-D) träffas nämligen i bottenlagren av myrpartier, vilka gränsa intill fornsjöområden.

Genom att torvbildningar kommo att inkräkta sjöarna, bäckarna och källorna uppstodo även småningom rubbningar i avrinningsförhållandena för det från fastmarkerna kommande ytligare grundvattnet (se sid. 126). Grundvattenströmmar, som förut haft ett friare avlopp, dämdes partiellt upp av torvbildningarna och måste söka sig nya utströmningsställen i överkanten av det dämmande torvtäcket. — Det inträdde alltså försumpningsprocesser av det slag, som i det föregående benämnts kantförsumpning.

De växtsamhällen, som slogo sig ned på de »kantförsumpade» markerna voro huvudsakligen rismossar, sumpskogar och kärr. Kärren kommo till utbildning på ställen, där vattenutströmningen var riklig, rismossar och sumpskogar, där vattentillgången i marken var mindre. Som Kåtaåsen mottog större vattentillskott än Stormyrtjälen och Flakatjälen, kommo kärr talrikt till utbildning på Kåtaåsens och rismossar på Stormyrtjälens och Flakatjälens kantförsumpade marker. Särskilt på Skomakare-, Käll- och Fredagsängarna finnas synnerligen belysande exempel på, huru genom ändringar i källsprångens mynningsställen kärrsamhällen »klättrat» uppför sluttningarna av Kåtaåsen.

Rismossarnas utveckling på de kantförsumpade markerna var med all sannolikhet under preabiegn tid densamma som i nutiden. (Fullständiga paleontologiska belägg för denna sak kunna tyvärr ej erhållas på grund av

torvens i bottenlagren dåliga bevaringstillstånd). I kanten av myrpartier, där det i moränen framströmmande grundvattnet tvingas att stiga mot ytan, infinna sig sålunda som pioniärer *Sphagnum acutifolium*, *S. Russowii* och *Polytrichum commune* samt *Carex globularis* och *Equisetum silvaticum*. Vit- och björnmossorna uppträda fläckvis inom ett i övrigt för friska skogsmarker normalt moss- eller lavtäcke. Skogsmarken med spridda vitmoss- och björnmosstuvor utvecklas sedermera så småningom till trädbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse och denna i sin tur till trädbevuxen *Sphagnum fuscum*-rismosse.

Inom de av mig studerade preabiegna bildningar, vilka med all sannolikhet utvecklats ur nu nämnda samhällen, har aldrig anträffats *Sphagnum acutifolium*, men väl *Polytrichum commune*, som är påfallande resistent. Vidare träffas massor av *Lycopodium*-sporer. I den torvdy, som jag antar har utvecklats ur trädbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse, har jag aldrig lyckats finna samhällets huvudkonstituenter *Carex globularis* eller *Sphagnum Russowii*, men däremot vedrester av flera ris och träd, vilka bruka ingå i samhället. De preabiegna *Fuscum*-rismossarna hade säkerligen samma sammansättning som de nutida. Detta framgår av fossilinnehållet i linser av *Sphagnum fuscum*-torv, vilka träffas insprängda i torvdylager på ett flertal ställen (exempelvis på Strängmyren G 140, profil E-F),

De preabiegna sumpskogarnas sammansättning och successioner hava ej i detalj kunnat utforskas. Genom talrika analyser på vedrester ur torv- och torvdylager, vilka med all säkerhet framgått ur sumpskogar, måste dock anses som fastslaget, att de preabiegna sumpskogarnas viktigaste trädslag voro tall, björk och al.

Redan under preabiegn tid hände ofta, att den normala utvecklingen av cyperacé-mossarna avbröts av flark- och strängbildning. Detta inträffade exempelvis på Sträng- och Stormyrarna. Se G 977, profil C-D. Vidare förekom flerstädes inom undersökningsområdet, att *Fuscum*-rismossar efterträdde kärr- och cyperacé-mossamhällen (se t. ex. G 28, profil J-K).

Under preabiegn tid fortskrider sjöarnas igenväxning anmärkningsvärt långt. Av sjöarna återstå vid tiden för granens uppträdande som skogbildare i Västerbotten egentligen endast Storkåtatjärnen samt partier av Kronmyr- och Storlundsmyrfornsjöarna. Försumpningarna utåt fastmarken tillväxa även synnerligen mycket. Härigenom komma redan under preabiegn tid de olika sjöområdena i omedelbar förbindelse med varandra genom torvbildningar.

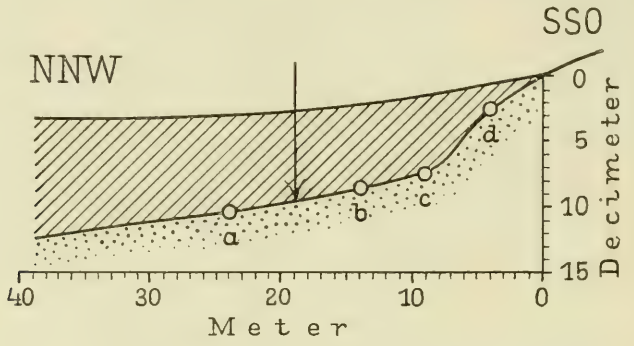
På basis av ett stort antal observationer, utförda av fil mag. N. Willén och mig, över granpollenhalten dels i bottenprov från torvmarks-

Fig. 39. Degerö stormyrs sannolika utseende vid granens invandring för omkring 4 ärtusenden sedan. Karta upprättad (hösten 1923) på grundval av pollen-analytiska undersökningar av N. Willén och C. Malmström. — Myrkomplexet hade då som synes, om man undantar de norra partierna, i det väsentliga sitt nuvarande utseende. Den nutida strandkonturen är till jämförelse inlagd med tunna linjer.

Wahrscheinliche Gestalt des Degerö Stormyr zur Zeit der Einwanderung der Fichte, vor etwa 4 Jahrtausenden. — Karte errichtet nach pollenanalytischen Untersuchungen von N. Willén und C. Malmström. — Der Moorkomplex hatte sichtlich damals, mit Ausnahme der nördlichen Teile, im Wesentlichen seine jetzige Gestalt. Jetziger Umriss der Moorbildungen mit dünnen Konturen eingezeichnet.

partier, uppkomna på ursprungligen frisk mark, och dels i prov ur kontakter mellan torv och gyttja från fornsjöområden, har jag på vidstående karta (fig. 39) sökt att ge en bild av Degerö stormyrs *sannolika* utseende vid tiden för granens invandring.

Metodiken för bestämmandet av strandlinjen mellan myr- och fastmark vid ifrågavarande tidpunkt har varit följande: I myrkomplexets kantpartier insamlades längs linjer på var 5:te eller 10:de meter (sällan med längre avstånd) prov av torvjordarten *omedelbart* ovan morängrunden.[1] Provet upphämtades



Bottenprov Probe Nr	Bottenprovets läge under markytan i meter Tiefe m unter der Oberfläche	Pollenslag och pollenfrekvens Frequenz des Pollens von: Gran Picea %	Tall Pinus %	Björk Betula %	Al Alnus %
a	**0,75**	**0**	33	62	5
	0,65	**23**	66	10	1
c	0,60	28	54	17	1
d	0,20	31	58	9	2

Fig. 40. Profil I genom strandparti till stora holmen mellan Borstmyren och Storkåtatjärnen.

Profil I durch eine Strandpartie an der grossen Insel zwischen Borstmyren und Storkåtatjärnen.

antingen genom grävning eller oftare genom borrning med torvborr av Hillers modell. Dessa bottenprov underkastades pollenanalys. Härvid räknades i allmänhet minst 100 pollenkorn. Visade det sig då, att bottenprov, t. ex. från punkt *a* å profil 1 (fig. 40) saknade granpollen, men att bottenprov från ovanför liggande punkter *b*, *c* och *d* hade stor granpollenhalt (se tabellen), har jag antagit, att strandlinjen vid tiden för granens invandring legat någonstädes utefter bottenlinjen mellan *a* och *b*. Detaljläget å strandlinjen har härefter bestämts genom att ta det aritmetiska mediet för *a*:s och *b*:s bottendjup och att observera var ett dylikt bottendjup träffar profilens bottenlinje. Bottendju-

[1] Dessutom insamlades vid varje observationspunkt ett prov 5 cm ovan mineralgrunden; detta för att användas såsom kompletteringsprov i händelse svårigheter skulle yppas vid avgörandet av bottenprovets preabiegna eller abiegna ålder.

pen vid *a* och *b* äro respektive 0,75 m och 0,65 m. Den preabiegna-abiegna strandlinjen skulle alltså ligga på det ställe där torvbildningarna ha en mäktighet av 0,70 m. Detta ställe finna vi 19 m utanför den nuvarande fastmarkskanten (se pilen).

I de fall, då den undersökta profilen haft ett utseende sådant som det å profil II (fig. 41) återgivna och det härvid visat sig, att bottenprov från ställena *e*, *h*, *i* och *l* varit rika på granpollen, men att detta pollenslag saknats eller träffats endast sporadiskt i bottenprov från *f*, *g* och *k*, har jag låtit proven från *e* och *g* ensamma bestämma läget å ifrågavarande strandlinje. Bottenprovet från *e* är nämligen det på djupaste nivå tagna säkert abiegna och bottenprovet *g* det på högsta nivå insamlade preabiegna provet. Som torvbildningarna ha en mäktighet av 0,4 m vid *e* och 0,6 m vid *g* skulle alltså den preabiegna-abiegna strandlinjen ligga på 0,5 m djup. Dessa ställen finna vi 7,5 m, 27,5 m, 53,5 och 78,0 m från profilens SW-strand (se pilarna fig. 41).

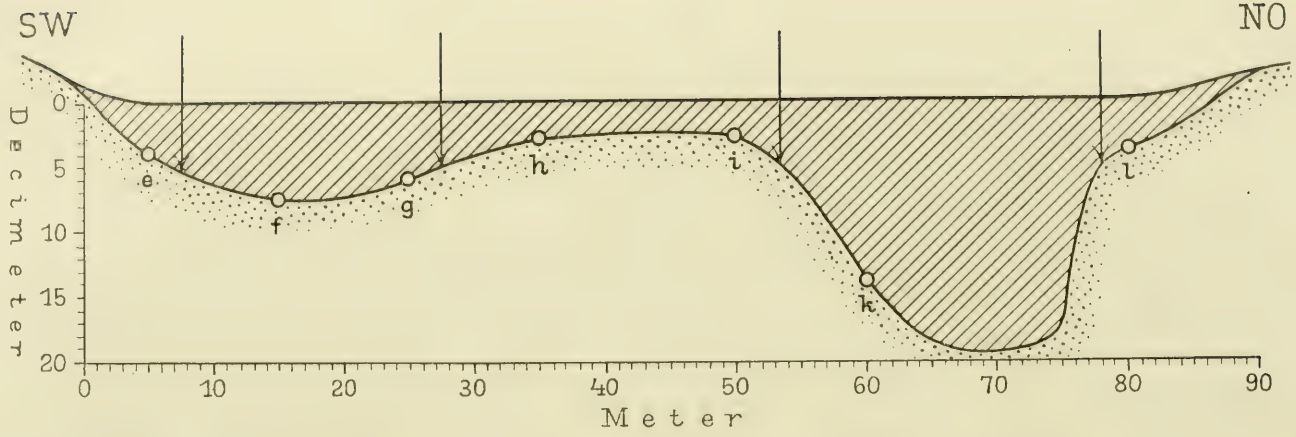
Nästan genomgående har det visat sig lätt att avgöra om bottenproven varit av preabiegn eller abiegn ålder. Detta i sin tur vittnar starkt om, att granens invandring till Degerö stormyr-trakten skett i ett anmärkningsvärt raskt tempo. De i tabellerna invid figurerna 40 och 41 meddelade procentsiffrorna på granpollenhalten i bottenprov från närliggande punkter äro i hög grad belysande för de inom Degerö stormyr rådande förhållandena.

Med ledning av de på nämnda sätt gjorda observationerna över den preabiegna-abiegna strandlinjens läge och torvbildningarnas nuvarande mäktighet över sagda linje (se kartan fig. 39), samt tusentals andra observationer över torvbildningarnas mäktighet inom olika delar av myrkomplexet upprättades så kartan över Degerö stormyrs sannolika utseende vid tiden för granens invandring.

Beträffande vegetationsfördelningen inom Degerö stormyr vid slutet av det preabiegna skedet var denna påfallande lik den nutida. Cyperacémossar upptogo de centralare delarna av myrkomplexet. På Kåtaåsen och Storliden träffades sumpskogar och kärrsamhällen. Övriga delar av myrkomplexet kläddes huvudsakligen av trädbevuxna rismossar.

Degerö stormyr under abiegn tid. När det abiegna skedet inbryter, har landhöjningen i Västerbotten säkerligen fortskridit ganska långt. Man kan sålunda förutsätta, att myrkomplexet ej längre ligger på en holme i havet, utan höglandet, på vilket myrkomplexet utbreder sig, har smält samman med det västerbottniska fastlandet.

Under abiegn tid sammansättas skogarna inom undersökningsområdet huvudsakligen av tall, gran och björk. Detta framgår icke endast av pollendiagrammen utan även av talrika fynd av makroskopiska rester av dessa trädslag. Vidare förekom alen, fastän i lägre frekvens. I prov ur abiegna lager hava även, som redan nämnts, enstaka pollenkorn anträffats av *alm*, *lind*, »*ek*» och »*hassel*». Vidare har fil. mag. N. WILLÉN i ett prov från Kronmyren (insamlat nära stickan 330 på profil C—D, på en nivå av 1 m under markytan) påträffat ett pollenkorn av *Carpinus be-*



Bottenprov Probe Nr	Bottenprovets läge under markytan i meter Tiefe m unter der Oberfläche	Pollenslag och pollenfrekvens Frequenz des Pollens von: Gran Picea %	Tall Pinus %	Björk Betula %	Al Alnus %	Lind Tilia %
e	**0,4**	**19**	52	28	1	0
f	0,75	0	63	35	2	0
g	**0,6**	**0**	36	59	5	0
h	0,3	22	53	20	5	0
i	0,3	16	47	33	3	1
k	1,4	0	59	38	3	0
l	0,4	37	42	16	5	0

Fig. 41. Profil II genom torvmarksparti mellan tvenne holmar, belägna c:a 300 m SO om Granåsen.

Profil II durch eine Partie des Moors zwischen zwei Inseln, etwa 300 m südöstlich von Granasen gelegen.

tulus. Se tabell 16. — Det ädla lövträds- och »hassel»-pollenet tyckes dock helt och hållet vara bundet till de äldsta abiegna torv- och gyttjelagren. Inom myrens ytligare delar (lagren 0—25 cm under markytan) har nämligen dylikt pollen ännu ej anträffats.

Under abiegn tid fortsätta sjöarna att växa igen och i sådan omfattning, att i närvarande stund endast Storkåtatjärnen samt ett antal smågölar återstå. Även rismossarna och sumpskogarna få ökad utbredning.

Myrkomplexets tillväxt utåt fastmarken är dock mindre under abiegn tid än under föregående preabiegna skede. Utgår man från de å kartan över »Degerö stormyr vid tiden för granens invandring» (fig. 39) inlagda gränslinjerna och av mig gjorda undersökningar över sjöarnas strandlägen vid tiden för inlandsisens avsmältning[1], finner man vid planimetrering, att de öppna vattenytornas plus myrmarkernas areal inom det område, som omfattas av kartan fig. 39, var:

Vid isens avsmältning (för omkring 7 à 8 årtusenden sedan)	*minimum*	71 *hektar*
	appr. max.	80 »
Vid granens invandring (för omkring 4 årtusenden sedan)	*c:a*	260 »
Den är i nutiden		324 »

Myrens tillväxt utåt fastmarken under preabiegn och abiegn tid har alltså varit:

under preabiegn tid (de första 3 à 4 årtusendena)	*maximum*	58 %
	appr. min.	$55^1/_2$ %
under abiegn tid (de sista 4 årtusendena) c:a		$19^3/_4$ %

Torvbildningarnas horisontala tillväxt under abiegn tid har dock varit ganska olikformig. En stor tillväxt har konstaterats inom det område, där försöksfältet är beläget, och en mycket liten inom de södra delarna av myrkomplexet. — Något fullständigt stillestånd i torvbildningarnas tillväxt utåt fastmarken under abiegn tid har likväl ej observerats inom något parti av myren.

Beträffande torvbildningarnas vertikala tillväxt råda ävenledes ganska stora variationer inom olika partier av myrkomplexet. Nedanför Kåta-

[1] Att exakt fastställa sjöarnas inom undersökningsområdet strandlägen och areal vid tiden för inlandsisens avsmältning låter sig helt naturligt ej göras. Som *minimimått* på ifråga varande sjöbildningars utsträckning har jag antagit arealen å de på kartan 27 som »områden med gyttja (i bottenlagren)» inlagda partierna av Degerö stormyr. Som *approximativt maximum* har jag satt arealen av de områden inom Degerö stormyr där jag — under mina stratigrafiska och paleontologiska undersökningar — icke påträffat stubbar eller andra sedentärt avsatta lämningar av skogsträd *omedelbart* ovan mineralgrunden.

åsen hava torvbildningarna, vilka vila över den preabiegna—abiegna strandlinjen, en mäktighet av 0,4—1,5 m. Omkring Stormyrtjälen och Flakatjälen hava torvbildningarna i motsvarande läge en mäktighet av 0,5—2,0 m. Se vidare kartan fig. 39, vilken ingående belyser tillväxtförhållandena.

Då de abiegna torvbildningarna i ganska stor utsträckning äro endast svagt multnade förefinnas större möjligheter att ingående lära känna de abiegna växtsamhällenas sammansättning och successioner än de preabiegna växtsamhällenas. Detta gäller dock speciellt cyperacé-mossarna. Utgå vi sålunda från lagerbeskrivningarna till G 850 på profil A—B och G 240 på profil C—D kan utvecklingsförloppet vid många sjöars igenväxning medelst cyperacé-mossegungflyn rekonstrueras. I kanterna av de igenväxande tjärnarna uppträda som första cyperacé-mossamhälle *Carex rostrata*-mossar. I dessa träffas förutom de vanliga konstituenterna (se sid. 29) en del örter, såsom *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*. Dessa örter förekomma liksom i nutiden inom *Carex rostrata*-mossarna på Storkåtatjärnens södra sida talrikast på gungflyets ytterkant, d. v. s. i själva vattenbrynet. Detta kan utläsas därav, att frukter och frön av dessa örter äro rikligt tillfinnandes inom de översta delarna av de gyttjelager, som underlagra de ur *Carex rostrata*-mossarna framgångna torvbildningarna. — Å nämnda platser efterträdas sedermera *Carex rostrata*-mossarna av *Scirpus austriacus*-mossar (tuvsävmossar). Denna succession har dessutom kunnat iakttagas på ett flertal andra ställen inom Degerö stormyr. På vissa håll har även en utveckling ägt rum från *Carex rostrata*-mosse till *Eriophorum vaginatum*-mosse (se G 259, G 371 och G 441 på profil E—F.

Rismossarnas successioner under abiegn tid hava ingående studerats. Härvid har — trots stora besvärligheter sammanhängande med att även de abiegna rismossetorvslagen i stor utsträckning äro höghumifierade — konstaterats, att inom myrkomplexets kantzoner en utveckling av rismossar verkligen äger rum på förut angivet sätt. Alltså har på flera ställen skogsmark med spridda *Sphagnum acutifolium*- och *Polytrichum commune*-tuvor övergått till trädbevuxen *Sphagnum Russowii*-rismosse och denna i sin tur till trädbevuxen *Sphagnum fuscum*-rismosse. Ej sällan har dock utvecklingen gått från skog med spridda vitmoss- och björnmosstuvor direkt mot trädbevuxen *Fuscum*-rismosse.

Sumpskogarnas successioner under abiegn tid hava ej varit föremål för studium. Beträffande sumpskogarnas uppträdande inom Degerö stormyr har på vissa ställen (t. ex. kring Slukbäcken, profil J—K) observerats, att sumpskogssamhällen efterträtt starrmossar.

Kärren inom undersökningsområdet hava vanligen företett en anmärk-

ningsvärt stor stabilitet. Granska vi sålunda kärrtorvbildningarna nedanför källorna på Skomakare- och Källängarna, finna vi, att desamma förete identiskt samma sammansättning och struktur från tidig preabiegn tid och ända fram mot nutiden.

Förhållandet, att de abiegna torvbildningarna inom Degerö stormyr i mindre omfattning än de preabiegna äro höghumifierade, torde sannolikt till en ej ringa del böra tillskrivas olikheter i syretillgången. Denna måste generellt vara större och de nedbrytande biologiska och kemiska processerna följaktligen (se sid. 91) livligare på platser, vilka icke i större omfattning inkräktats av torvbildningar, än på sådana där detta varit fallet. Detta både beträffande sjöar och grundvattensförsumpade marker.

Granskar man sålunda tvärprofilerna genom myren (profilplanscherna I och II) finner man vanligen, att bottenlagren hos torvbildningarna inom fornsjöarnas perifera delar äro starkt förmultnade, såvitt de ej bestå av *Phragmites*-torv. Multningsgraden avtar sedan sakta mot sjöarnas centrum. Inom de centralare delarna av myrkomplexet äro torvbildningarna nästan alltid endast svagt humifierade (se t. ex. G 371 och G 441, profil E—F). Bottenlagren hos torvbildningar å grundvattensförsumpad mark bestå nästan genomgående av torvdy.

Med utgångspunkt från de av H. HESSELMAN (1910) och mig (se sid. 72) gjorda analyserna på syrehalten i vattnet inom sjöar på olika igenväxningsstadier kan man påstå, att syrehalten i Degerö stormyrs sjöar varit stor innan dessa i större omfattning inkräktats av torv- och gyttjebildningar. Ett rikt djurliv med crustaceer, rhizopoder etc. kunde härigenom utvecklas i sjöarna. Under medverkan av detta djurliv och förmodligen även genom bakteriers verksamhet skedde en omfattande nedbrytning av de avdöda resterna från sjöarnas vegetation. — Men allteftersom sjöarna växte igen och mängden lättoxidabla humusämnen samtidigt ökades minskades syrehalten i sjöarnas vatten. Härtill bidrog även ökade svårigheter för syreabsorptionen genom att sjöarnas ytor minskades och vågrörelserna på vattenytorna försvagades. Djur- och bakterielivet avtog jämsides med den tilltagande syrebristen, och detta hade till följd, att, då sjöarna närmade sig slutstadiet i igenväxningen, nedbrytningen av de avdöda resterna från sjöarnas vegetation blev förhållandevis ringa. Belysande exempel härpå lämna profilerna genom Borst-, Storlunds- och Strängmyrarna (se profilplanscherna I och II). Förloppet av denna process har varit likartat under myrkomplexets hela tillvaro. Torven inom de sist igenvuxna partierna av en fornsjö är sålunda endast svagt förmultnad, oavsett om slutstadiet nåddes under preabiegn eller abiegn tid (se G 190, profil G—H och G 371, profil E—F.

De grundvattensförsumpade markernas första torvbildningar bliva all-

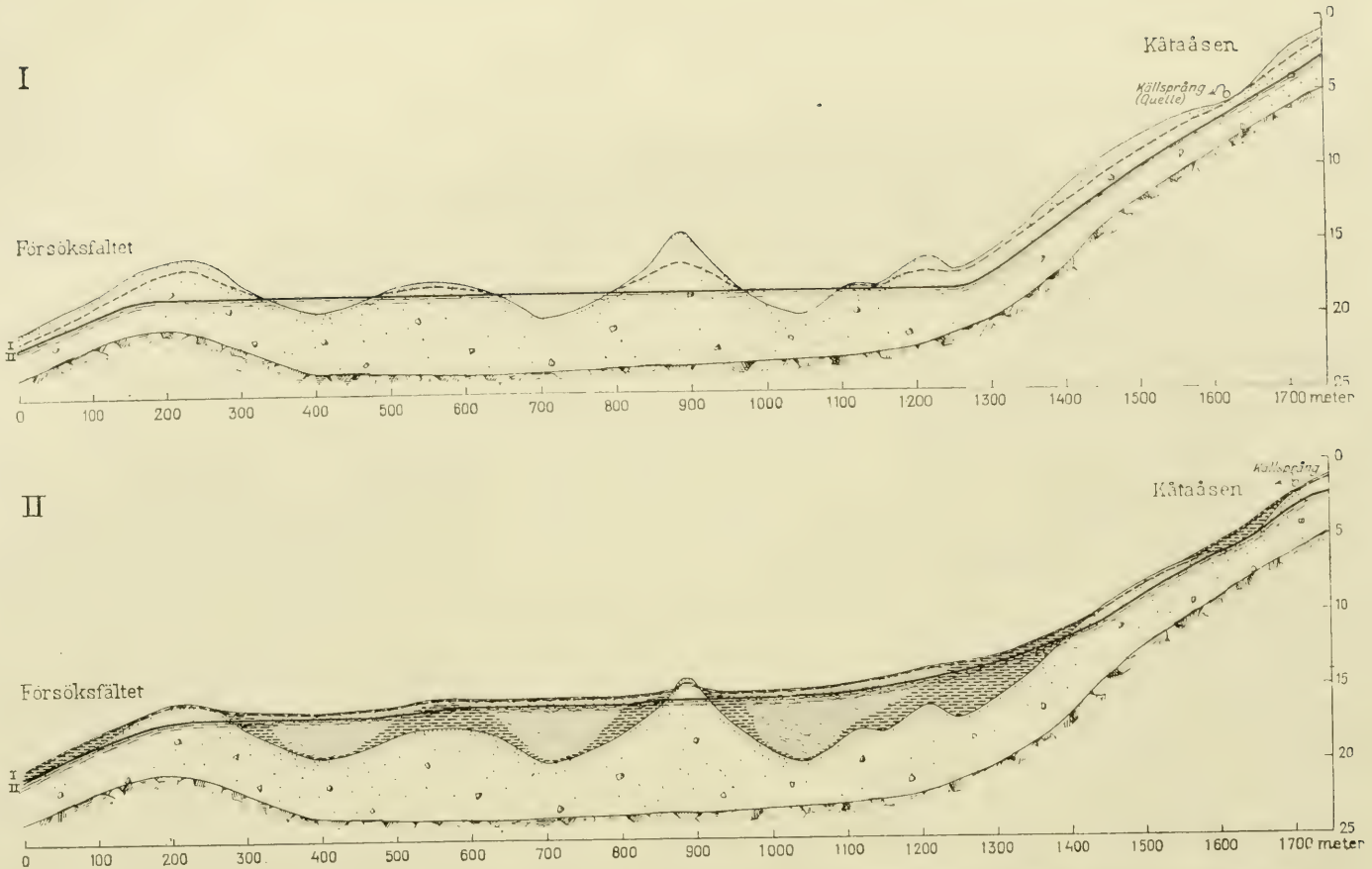


Fig. 42. Halvschematiska profiler genom Degerö stormyr för belysandet av grundvattenståndet i moränerna närmast myrkomplexet vid tiden för inlandsisens tillbakagång och i nutiden. Den brutna linjen representerar grundvattensnivåns läge vid snösmältning och efter starka regn; den heldragna linjen grundvattensnivåns läge under de varmaste och torraste delarna av året. -- Man finner direkt av dessa profiler, att en allmän höjning i grundvattenståndet inträtt inom moränerna efter det att Degerö stormyr inkräktats av torv- och gyttjebildningar.

Halbschematische Profile des Degerö Stormyr, um den Grundwasserstand in den Moränen gleich nach der Eiszeit (I) und in der Jetztzeit (II) zu veranschaulichen. Die gestrichelte Linie gibt die Lage des Grundwasserniveaus an bei der Schneeschmelze und nach starken Regen, die ausgezogene Linie das sich in den wärmsten und trockensten Teilen des Jahres einstellende Niveau. Man findet, dass eine allgemeine Erhöhung des Grundwasserstandes in den Moränen parallel mit dem Zuwachs der Torfbildungen erfolgt ist.

tid starkt förmultnade. Om orsakerna härtill har jag redan ordat (se sid. 127). De strukturförhållanden, som sedermera inträda inom torvbildningarna å myrkomplexets kantförsumpade marker, tyckas vara nära förknippade med fornsjöarnas igenväxning. De nedbrytande processerna inom ifrågavarande torvbildningar torde nämligen avstanna eller åtminstone avtrubbas jämsides med att torvbildningarna komma i en mera öppen förbindelse med inom fornsjöarna ansamlat syrefritt grundvatten.

Jämsides med att torv- och gyttjebildningarna fingo ökad utbredning höjdes allmänna grundvattenståndet inom undersökningsområdets moräner. Denna höjning framkallades av de ökade avrinningssvårigheterna för det moräna grundvattnet. — På vidstående halvschematiska profiler (fig. 42) har jag sökt att belysa grundvattenstånden i moränerna kring Degerö stormyr, dels vid tiden för inlandsisens tillbakagång (profil I) och dels i nutiden (profil II). Grundvattensnivåerna på profil I äro konstruerade med ledning av resultaten från mina hydrologiska och utvecklingshistoriska undersökningar; grundvattennivåerna på profil II äro dragna på basis av observationer över grundvattnets stånd och variationer på försöksfältet.

Orsaken till att försumpningens fortskridande utåt kanterna varit mindre under abiegn tid än under föregående preabiegna skede sammanhänger sannolikt med olikheter i försumpningens mekanik. Under preabign tid torde *översväminingsförsumpningar* (se sid. 124) i stor omfattning varit verksamma. Dessa hava dock under abiegn tid haft mindre betydelse på grund av att fornsjöarnas igenväxning till största delen avslutades redan före tiden för granens invandring och en stabilisering härigenom inträdde i myrkomplexets dräneringsbanor. (Denna stabilisering i dräneringsbanorna sammanhänger i sin tur med att torvbildningarna endast långsamt förändras till strukturen (se s. 92), då de komma i ett från atmosfärilierna mera skyddat läge.) Under abiegn tid ha försumpningsprocesserna i huvudsak varit *kantförsumpning* jämte *översilningsförsumpning*. (Sålunda överskred, som redan nämnts, Kronmyren under abiegn tid en ny pasströskel för sitt avloppsvatten inom försöksfältets område och framkallade därstädes översilningsförsumpning.) Kantförsumpningen fortskrider vanligen relativt långsamt. Om de faktorer, som äga betydelse för kantförsumpningens förlopp se sid. 126.

Kap 6. OM KLIMATET I VÄSTERBOTTENS KUSTLAND UNDER POSTGLACIAL TID ENLIGT DEGERÖ STORMYRS TORVBILDNINGARS VITTNESBÖRD.

Sedan länge höra torvmossarna till de mest använda och tacksammaste objekten vid studiet av forna tiders klimat. Detta sammanhänger främst med följande två förhållanden:

1) genom torvmossarnas konserverande förmåga kunna fynd stundom göras inom desamma av växter och djur, vilkas värmefordringar äro m. l. m. kända. Slutsatser kunna härigenom dragas rörande *temperaturförhållandena* vid den tidpunkt dessa växter och djur levde och inlagrades i torv- och gyttjebildningarna;

2) då försumpningsprocessernas förlopp och delvis även vattenståndet i mossarna bestämmes av jämvikten mellan vattentillförseln och avrinningen plus avdunstningen komma ändringar i *nederbördsförhållandena* att ge sig m. e. m. tydligt tillkänna i torvbildningarnas tillväxthastighet och i uppkomsten av vissa av vattenståndsförhållandena direkt eller indirekt orsakade strukturer, t. ex. växellagring av torvbildningar av olika förmultningsgrad eller framgångna ur växtsamhällen med olika fuktighetskrav.

Av de växtfossil, som finnas bevarade i Degerö stormyrs äldsta torv- och gyttjelager, framgår tydligt det sedan länge kända förhållandet (se A. G. Nathorst 1885 samt G. Andersson & S. Birger 1912, s. 143), att temperaturen redan vid tiden för inlandsisens regression i Västerbotten varit relativt hög. Sålunda invandrade tätt efter den tillbakavikande landisen både tall, björk och al.

Huru temperaturförhållandena sedermera gestaltat sig i Västerbotten är svårt att mera i detalj avgöra på grundval av de fossil, vilka finnas bevarade inom Degerö stormyrs lagerföljder. Genom fynd av makroskopiska rester av »värmefordrande» växter i mossar i andra delar av Västerbotten och i norra Ångermanland — liksom även av andra växtgeografiska grunder, vilka jag ej här vill uppehålla mig vid — torde dock få anses som ett ganska säkert faktum (om ock det definitiva beviset tyvärr ännu ej ligger inom räckhåll), att temperaturförhållandena varit gynnsammare under preabiegn och tidig abiegn tid än i nutiden. Sålunda är det enligt min och många andra forskares mening svårt att finna någon annan plausibel och i alla delar täckande förklaring till

exempelvis de ädla lövträdens och hasselns stora utbredning i Norrland under preabiegn och tidig abiegn tid (vilken för övrigt återspeglas i Degerö stormyrs fossila pollenflora) än att temperaturen då varit högre än i nutiden. — Att förklara de ädla lövträdens och hasselns tillbakagång i sen abiegn tid enbart såsom resultat av skogseldar, kulturella ingrepp samt en successiv kalkutlakning i marken (jmfr HALDEN 1917, s. 206) tror jag sålunda ej låter sig göras, om ock dessa faktorer i vissa fall spelat en ej obetydlig roll. — Se vidare G. ANDERSSON 1902, 1909; G. ANDERSSON & S. BIRGER 1912; TH. C. E. FRIES 1913; B. HALDEN 1917; G. SAMUELSSON 1915; R. SANDEGREN 1916; R. SERNANDER 1910 b och 1917; H. SMITH 1920 m. fl.

Vad speciellt Degerö stormyr-traktens klimatiska förhållanden under preabiegn tid angår, bör hänsyn även tagas till, att myrkomplexet under en stor del av detta skede låg i havsbandet. Detta torde till en viss grad ha influerat på den årliga värmesummans storlek. I nutiden har Bjurholm, som ligger på samma nivå som Umeå, men 5 mil längre in i landet, en årsmedeltemperatur, vilken med 1° understiger Umeås.

Då det gäller att av torvbildningarnas tillväxt- och strukturförhållanden bilda sig en uppfattning om forna tiders nederbördsförhållanden, möta oss större svårigheter än då vi av fossilfynd söka bedöma temperaturen. Detta sammanhänger med vanskligheterna att i varje speciellt fall säkert avgöra, huruvida försumpningsprocessernas hastigare eller långsammare förlopp, liksom sådana strukturer, vilka registrera vattenståndsändringar, enbart framkallats av genom nederbörden dikterade tillrinningsförhållanden eller om dräneringsförhållandena härvidlag spelat den avgörande rollen.

Då Degerö stormyr i de atmosfäriska tillflödena har sin förnämsta vattentillgång kan på goda grunder förutsättas, att detta myrkomplex äger stora betingelser som lämplig plats att studera nederbördsförhållandena i Västerbottens kustland under postglacial tid.

Vid undersökningen av Degerö stormyr har därför framstått för mig såsom en ej oväsentlig uppgift att konstatera, om verkningarna av de inom södra och mellersta Sverige, Norge, Danmark, Tyskland, Schweiz m. fl. länder påvisade postglaciala nederbördsväxlingarna även kunna iakttagas inom Degerö stormyrs lagerföljder.

Beskaffenheten av dessa nederbördsväxlingar och tidpunkterna för desammas inträde framgår av vidstående tabell 17, vilken är upprättad efter uppgifter huvudsakligen hämtade ur arbeten av R. SERNANDER (1910 b) och L. VON POST (1918 b, s. 132) [1]

[1] Den för dessa frågor intresserade hänvisas ytterligare till det av H. GAMS & R. NORDHAGEN nyligen utgivna sammanfattande arbetet »Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. — München 1923».

b. 17. **Klimatets och vegetationens utveckling i södra Sverige i relation till olika kulturperioder och Östersjöns utvecklingshistoria.**
Entwicklung des Klimas und der Vegetation im südlichen Schweden in Verhältnis zu verschiedenen Kulturperioden und zur Entwicklungsgeschichte der Ostsee.

	Klimatförändringar enligt Blytt-Sernander	Vegetationens utveckling i södra Sverige enligt Sernander och L. von Post		Kulturperioder	Östersjöns utvecklingshistoria enligt Munthe	
Nutiden	Subatlantisk tid		Bok-granskogs tid	Historisk tid	*Mya*-tid	
Kristi födelse	Fuktigt och i synnerhet i början kallt klimat	Nordliga arter vandra åt söder, västliga åt öster		Järnåldern	*Limnæa*-tid	
2000 f. Kr.	Subboreal tid Torrt och varmt klimat (mot slutet av perioden »klimatoptimum»)	Största utbredning av xerotermer, hasseln, sjönöten, etc. Gran och bok invandra	Ekblandskogarnas tid	Bronsålder Hällkisttid Gånggrifttid	*Litorina*-tid	Den postglaciala klimatförsämringen.
4000 f. Kr.	Atlantisk tid Varmt och fuktigt (maritimt) klimat			Döstid Trindyxtid o. s. v.		
6000 f. Kr.	Boreal tid Torrt och varmt (kontinentalt) klimat				*Ancylus*-tid	
8000 f. Kr.		*Dryas*-florans tid (med tall och björk)			*Yoldia*-tid	

Mina undersökningar över här berörda fråga ha givit till resultat, att några tydligare tecken på nederbördsväxlingar av ovan antydd art ej kunna skönjas inom Degerö stormyr. Utgår man sålunda från ställen i Degerö stormyrs marginalpartier där större grundvattenflöden kvälla fram (t. ex. på Kåtaåsen) och undersöker dessas torvbildningar, finner man, att såväl de äldsta som de yngsta torvbildningarna ha en likartad sammansättning och multningsgrad (se G 1180, Profil C-D). Detta förhållande tyder alltså starkt på, att nederbörden i Degerö stormyr-trakten icke under någon del av postglacialtiden varit mindre än att källsprången vid Kåtaåsens fot — vilka matas av atmosfäriskt vatten — oavbrutet eller åtminstone icke med längre avbrott kunnat vara i verksamhet. Några över myrkomplexet i sin helhet utsträckta synkrona avbrott i torvbildningarnas höjdtillväxt, vilka kunna tolkas såsom märken efter en långvarigare kraftig sänkning i grundvattenståndet, föreligga ej. Visserligen träffas ej sällan inom myrkomplexets marginalpartier, t. ex. under flera rismossar på Sträng- och Kronmyrarna (se profilplanscherna I och II), torvdylager, vilka knivskarpt överlagras av skikt med endast svagare multnad torv. Om detta strukturdrag dock skall tolkas såsom resultat av vattenståndssänkning eller om andra faktorer härvidlag varit verksamma låter sig ej för närvarande säkert avgöras. Personligen tror jag den första förklaringen är föga sannolik. Under förutsättning att granpollengränsen inom olika delar av myrkomplexet verkligen är synkron, kan gränsen mellan torv- och torvdylagren svårligen ha bildats samtidigt. På vissa ställen ligger nämligen granpollengränsen i torv (t. ex. G 507 profil E-F), inom andra i torvdy (t. ex. G 20, G 140 profil E-F; G 30, G 100 profil A-B). Även borde uttorkningen ha gjort sig gällande inom myrens fornsjöområden, vilket ej är fallet. Torvbildningarna å sistnämnda ställen visa en anmärkningsvärt kontinuerlig tillväxt. Se exempelvis G 371 profil E-F och G 190 profil G-H, profilplansch II. Som en viktig iakttagelse bör återigen påpekas att myrkomplexets tillväxt i horisontal led under abiegn tid varit relativt ringa. Detta skulle dock säkerligen ej varit fallet, om under sagda tid sådana nederbördsförhållanden varit rådande i Västerbotten, vilka enligt gängse uppfattning karaktäriserat stora delar av mellersta Europa (jfr R. SERNANDER 1917).

ANFÖRD LITTERATUR.

ADLERZ, E., 1907, Bladmossflora för Sveriges lågland med särskilt avseende på arternas utbredning inom Närke. Örebro.

ANDERSSON, G., 1896, Svenska växtvärldens historia. — 2 uppl. Stockholm.

—— 1898, Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora. — Bull. de la commission géologique de Finlande. N:r 8. Helsingfors.

—— 1902, Hasseln i Sverige fordom och nu. — Sveriges Geol. Unders., Ser. Ca, 3, Stockholm.

—— 1909, The climate of Sweden in the late-quaternary period. Facts and theories. — Sveriges Geol. Unders. Årsbok 3 (1909). Stockholm 1910.

—— & BIRGER, S., 1912, Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria med särskild hänsyn till dess sydskandinaviska arter. — Norrl. Handbibl., V. Uppsala & Stockholm.

—— & HESSELMAN, H., 1907, Vegetation och flora i Hamra kronopark. Ett bidrag till kännedomen om den svenska urskogen och dess omvandling. — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst., 4. Stockholm.

AUER, V., 1920, Über die Entstehung der Stränge auf den Torfmooren. — Acta forest. fenn., 12. Helsingfors 1920.

—— 1923, Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven vaara-alueilta. — Medd. fr. Forstvet. försöksanst. 6. Helsingfors. (Tysk resumé.)

BACKMAN, A. L., 1919, Torvmarksundersökningar i mellersta Österbotten. — Acta forst fenn. 12. Helsingfors 1920.

BERSCH, W., 1912, Handbuch der Moorkultur für Landwirte, Kulturtechniker und Studierende. — 2 Aufl. Wien & Leipzig.

BOOBERG, G. och BAUMAN, A., 1922, Praktisk mosskultur. — Göteborg.

BRAUN-BLANQUET, J., 1921, Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. — Jahrb. der St. Gallischen Naturw. Ges. Bd 57, II Teil. St. Gallen.

CAJANDER, A. K., 1913, Studien über die Moore Finnlands. — Acta forest. fenn., 2. Helsingfors.

DU RIETZ, G. E., 1917, Några synpunkter på den synekologiska vegetationsbeskrivningens terminologi och metodik. — Sv. Bot. Tidskr., 11. Stockholm 1917.

—— 1921, Några iakttagelser över myrar i Torne Lappmark. — Botan. Notiser 1921. Lund.

—— 1921 b, Zur Methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. — Upsala och Wien.

DU RIETZ, G. E., FRIES, TH. C. E., und TENGWALL, T. Å., 1918, Vorschlag zur Nomenklatur der soziologischen Pflanzengeographie. — Sv. Bot. Tidskr. 12. Stockholm.

EKMAN, W., 1907, Avdikning i skogsmark. — Skogsvårdsföreningens folkskrifter 1907. Stockholm.

ERDMANN, A., 1868, Bidrag till kännedomen om Sveriges qvartära bildningar. — Sveriges Geol. Undersök. Stockholm.

ERDTMAN, G., 1921, Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. — Arkiv för Botanik, Bd 17, n:r 10, Uppsala.

—— 1923, Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten. — Arkiv för Botanik, Bd 18, n:r 14, Stockholm.

ERIKSSON, J. V., 1912, Bälinge mossars utvecklingshistoria och vegetation. — Sv. Bot. Tidskr., 6. Stockholm.

FEILITZEN, H. VON, HAGLUND, E., BAUMAN, A., 1917, Om bränntorv och bränntorvsberedning. — Uppsala.

FERDINANDSEN, C., 1919, Undersøgelser over Danske Ukrudsformationer paa Mineraljorder. — København. (Diss.)

FISCHER, H., 1890, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. — Breslau.

FRIES, TH. C. E., 1913, Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Ein Beitrag zur Kenntniss der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark. — Vetenskapl. och praktiska unders. i Lappland anordn. av Luossavaara-Kiirunavaara aktiebolag. Flora och fauna 2. Uppsala och Stockholm.

FRIES, TH. M., 1871—74, Lichenographia Scandinavica. — Uppsala.

FRÜH, J. och SCHRÖTER, C., 1904, Die Moore der Schweiz mit berücksichtigung der gesamten Moorfrage. — Beitr. z. Geol. d. Schweiz, hrsg v. d. geol. Komm. d. schweiz. naturf. Ges., Geotechn. Ser. Lief. 3. Bern.

Förteckning öfver Skandinaviens växter utgifven af Lunds Botaniska Förening. 2. Mossor. Utarbetad av HJ. MÖLLER. — Lund 1907.

GAMS, H., 1921, Übersicht der organogenen Sedimente nach biologische Gesichtspunkten. — Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Nr 40. Naumburg.

—— och NORDHAGEN, G., 1923, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. — Landeskundliche Forschungen hrsg von d. Geograph. Ges. in München. H. 25. München.

GLÜCK, H., 1905—11, Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. I—III. Jena.

GRENANDER, T., 1912, Torfmarkerna och deras afdikning för skogsbörd. — Skogsvårdsföreningens folkskrifter 1912. Stockholm.

HALDEN, B. E., 1917, Om torvmossar och marina sediment inom norra Hälsinglands Litorinaområde. — Sveriges Geol. Undersök. Årsbok 11 (1917). Stockholm 1918.

—— 1923, Svenska jordarter. — Teknologernas handelsförenings publikationer n:r 53, serie A, n:r 21. Stockholm.

HAMBERG, H. E., 1908, Medeltal och extremer af lufttemperaturen i Sverige 1856—1907. — Bih. t. Meteorol. Iakttag. i Sverige, Ser. II, 35, (1907). Uppsala och Stockholm.

HARTMAN, C. J., 1922, Handbok i Skandinaviens flora redigerad av O. R. HOLMBERG. Häft. I. — Stockholm.

HELLSTRÖM, P., 1917, Norrlands jordbruk. — Norrl. Handbibl., VI. Uppsala och Stockholm.

HENNING, E., 1895, Studier öfver vegetationsförhållandena i Jemtland ur forstlig, agronomisk och geologisk synpunkt. — Sveriges Geol. Unders., Ser. C., 145. Stockholm.

HESSELMAN, H., 1907, Studier öfver skogsväxt å mossar. I. Om trädplantor å utdikade flarkar. — Medd. fr. Stat. Skogsförs. anst., 3 (1906). Stockholm.

—— 1909, Berättelse öfver den botaniska afdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst. 6. Stockholm.

—— 1910, Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst., 7. Stockholm.

—— 1916, Yttrande med anledning af L. von Posts föredrag om skogsträdspollen i sydsvenska torfmosselagerföljder. — Geol. Fören. Förh., Bd 38. Stockholm.

—— 1919, Iakttagelser över skogsträdspollens spridningsförmåga. — Medd. fr. Stat. Skogsförs. anst., 16 (1919). Stockholm.

HOLMGREN, A., 1909, Bidrag till kännedom om almens nordliga reliktförekomster. — Skogsvårdsfören. Tidskr., 7. Fackuppl. Stockholm.

HÜLPHERS, A. A:SON, 1922, Samlingar til en Beskrifning öfwer Norrland. Femte Samlingen, 3 bandet, Lappmarken utgiven av G. KALLSTENIUS. — Stockholm.

HÖGBOM, A. G., 1906, Norrland. — Norrl. Handbibl., I. Uppsala.

JENSEN, C., 1915, Danmarks Mosser I. *Hepaticales*, *Anthocerotales* og *Sphagnales*. — København 1915.

JESSEN, K., 1920, Moseundersøgelser i det nordøstlige Sjælland. Med Bemærkninger om Træers og Buskes Invandring og Vegetationens Historie. — Danmarks geol. Unders., II Række, n:r 34. København.

—— og RASMUSSEN, R., 1922, Et Profil gennem en Tørvemose paa Færøarne. — Danmarks geol. Unders., IV Række, Bd 1, n:r 13, København.

KEILHACK, K., 1917, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. — Berlin.

KING, F. H., 1892, Observations and experiments on the fluctuations in the level and rate of movement of ground-water on the Wisconsin agricultural experiment station farm, and at Whitewater, Wisconsin. — U. S. Departm. of Agricult. Weather Bureau, Bullet. 5. Washington.

KUDRJASCHEW, W. W., 1920, Vom Grenzhorizonte der mittel-russische Torfmoore. — Revue de l'industrie de la tourbe, 4. Moscou. (På ryska.)

LAGERBERG, T., 1914, Markflorans analys på objektiv grund. — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst., 11. Stockholm.

LANDOLT-BÖRNSTEIN, 1912, Physikalisch-chemische Tabellen. 4:e Aufl. hrsg von R. BÖRNSTEIN und W. A. ROTH. — Berlin.

LIDÉN, R., 1913, Geokronologiska studier öfver det finiglaciala skedet i Ångermanland. — — Sveriges Geol. Unders., Ser. Ca, 9. Stockholm.

LINDMAN, C. A. M., 1918, Svensk fanerogamflora. — Stockholm.

LUNDBERG, G., 1914, Handbok i skogsdikning. — Stockholm.

LYNGE, B., 1910, De norske busk- og bladlaver. — Bergens museums aarbog n:r 9, 1910. Bergen.

MELIN, E., 1917, Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. — Norrl. Handbibl., VII. Uppsala.

MELLSTRÖM, G., 1919, Trädens fruktsättning år 1919. — Skogen. Populär tidskr. utgiven av Sv. Skogsvårdsfören. 6 årg. (1919). Stockholm.

MIQUEL, M. P., 1883, Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris.

MOHL, H., 1834, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse. Erstes Heft, Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. — Bern.

NATHORST, A. G., 1885, Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer. — Geol. Fören. Förh. Bd 7 (1884—85). Stockholm.

NAUMANN, E., 1917, Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gyttje- och dybildningar. — K. Vet. Ak., Handl. Bd 56, n:r 6. Stockholm.

—— 1921, Die Bodenablagerungen des Süsswassers. Eine Übersicht. — Archiv für Hydrobiologie. Stuttgart.

NICHOLS, G. E., 1917, The interpretation and application of certain terms and concepts in the ecological classification of plant communities. — Plant World, 20. Tucson 1917.

NILSSON, A., 1897, Om Norrbottens myrar och försumpade skogar. — Tidskr. f. Skogshushållning, 25. Stockholm.

—— 1899, Några drag ur de svenska växtsamhällenas utvecklingshistoria. — Botan. Notiser 1899. Lund.

—— 1902, Svenska växtsamhällen. — Tidskr. f. Skogshushållning, 30. Stockholm.

NORDHAGEN. R., 1920, Om nomenklatur og begrepsdannelse i plantesociologien. Forsøk til en diskussion paa logisk grundlag. — Nyt Mag. f. Naturv. LVII. Kristiania.

—— 1920—21, Vegetationsstudien auf der Insel Utsire im westlichen Norwegen. — Bergens museums aarbog n:r 1, 1920—21. Bergen.

NORRLIN, J. P., 1871—74, Flora Kareliæ Onegensis I. — Notiser ur Sällsk. pro Fauna et Flora fenn. förhandl. Ny serie, 10 häftet. Helsingfors.

ODÉN, S., 1922, Torvundersökningar I. — Ingeniörs Vet. Ak. Handl. n:r 9. Stockholm.

—— 1923, Torvundersökningar II. Ingeniörs Vet. Ak. Handl. n:r 18. Stockholm.

OLSEN, C., 1920, Mosvegetationen. — Del V i arbetet »Maglemose i Grib skov, undersøgelser paa en nordsjællandsk mose» ved H. E. PETERSEN. — Bot. Tidskr., 37. Kjøbenhavn.

PETERSEN, O. G., 1901, Diagnostisk Vedanatomi af n. v. Europas Trær og Buske. — København.

POST, H. VON, 1862, Försök till en systematisk uppställning af vextställena i mellersta Sverige. — Stockholm.

—— 1862, Studier öfver nutidens koprogena jordbildningar, gyttja, dy, torf och mylla. — K. Vet. Ak. Handl. Bd 4. Stockholm 1864.

POST, L. VON, 1906, Norrländska torfmossestudier. I. Drag ur myrarnas utvecklingshistoria inom »lidernas region». — Geol. Fören. Förh., Bd 28, Stockholm.

—— 1909, Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. — Geol. Fören. Förh., Bd 31. Stockholm.

—— 1910, Das Skagershultmoor. — Kap. 1 i arbetet: Pflanzenphysiognomische Studien auf Torfmooren in Närke von L VON POST und R. SERNANDER. Guides des Excursions en Suède d. XI Géol. intern., Excursion A 7. Stockholm 1910.

—— 1913, Über stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore. — Sveriges Geol. Undersök. Årsbok 6 (1912). Stockholm.

—— 1916, Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmosselagerföljder. — Geol. Fören. Förh., Bd 38. Stockholm.

—— 1916 b, Skogsträdpollen i sydsvenska torvmosselagerföljder. — Forh. ved de Skandinaviske naturforskeres 16. Møte. Kristiania 1918.

—— 1918, Ett finiglacialt granfynd i södra Värmland. — Geol. Fören. Förh., Bd 40. Stockholm.

POST, L. VON, 1918 b, Sverges lösa jordlager. — Kapitel 4 i I. FLODSTRÖM, Naturförhållandena i Sverge. Uppsala & Stockholm.
—— 1919, Yttrande med anledning af H. HESSELMANS föredrag om pollenregn på hafvet och fjärrtransport af barrträdspollen. — Geol. Fören. Förh., Bd 41. Stockholm 1920.
—— 1919 b, Ett par offerdammar från Skånes bronsålder. — Studier tillägnade OSCAR ALMGREN $19^{9}/_{11}19$. Rig, Bd II och III (1919—20). Stockholm.
—— 1921, Torvslag och torvmarkstyper. — 1916 års torvkommittés betänkande. Stockholm.
POTONIÉ, H., 1908, 1911, 1912, Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd I: Die Sapropelite. Bd III: Die Humusbildungen und die Liptobiolithe. — Abh. der k. preuss. Geol. Landesanstalt. Berlin.
—— 1910, Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. — 5 Aufl. Berlin.
PRINZ, E., 1919, Handbuch der Hydrologie. — Berlin.
PUCHNER, H., 1920, Der Torf. — Enke's Bibliothek für Chemie und Technik, Bd 1. Stuttgart.
RAMANN, E., 1911 Bodenkunde. — 3 Aufl. Berlin.
RANCKEN, H., 1911, Torfmarkernas utveckling i Lappland. — Översikt ur Finska Mosskulturfören. årsbok 1911, häft. 3. Helsingfors.
RAUNKIÆR, C., 1895—97, De danske Blomsterplanters Naturhistorie. I. De Enkimbladede. København.
—— 1909, Formationsundersøgelse og Formationsstatistik. — Bot. Tidskr., 30. København.
—— 1918, Recherches statistiques sur les formations végetáles. — K. Danske vid. Selsk. Biolog. Meddel., 1 : 3. København.
RICHERT, J. G., 1911, Om Sveriges grundvattensförhållanden. — Stockholm.
ROMELL, L.-G., 1922, Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. — Medd. fr. Stat. Skogsförs.-anst., 19. Stockholm.
RÜSTER, P., 1922, Die subalpinen Moore des Riesengebirgskammes. — Der Kulturtechniker 1922. Breslau.
SAHLSTRÖM, K. E., 1913, Några försök angående jordarternas permeabilitet i naturen. — Sveriges Geol. Undersök. Årsbok 5 (1911). Stockholm.
SAMUELSSON, G., 1915, Über den Rückgang der Haselgrenze und anderer planzengeographischer Grenzlinien in Skandinavien. — Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. 13. Uppsala.
SANDEGREN, R., 1915, Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila florans vittnesbörd. — Särtryck ur Sveriges Geol. Unders , Ser. Ca., 12:III. Stockholm
—— 1916, Hornborgasjön. En monografisk framställning av dess postglaciala utvecklingshistoria. — Sveriges Geol. Unders., Ser. Ca, 14. Stockholm.
SERNANDER, R., 1909, On the evidences of Postglacial changes of climate furnished by the peat-mosses of Northern Europe. — Geol. Fören. Förh. Bd 30 (1908). Stockholm.
—— 1910, Die Laxå-Moore. — Kap. 2 i arbetet: Pflanzenphysiognomische Studien auf Torfmooren in Närke von L. VON POST und R. SERNANDER. Guides des Excursions en Suède d. XI Congr. Géol. intern., Excursion A 7. Stockholm 1910.
—— 1910 b, Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. — Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. 11 intern. Geolog., Stockholm 1910.
—— 1916, Våra torvmossar. — Verdandis småskrifter 64. Stockholm.
—— 1917, De norrländska skogarnas förhistoria. Några drag ur Norrlands naturhistoriska utveckling. — Skogar och skogsbruk. Studier tillägnade FRANS KEMPE på hans sjuttioårsdag. Bilaga 1 till Skogsvårdsfören. Tidskr. 1917. Stockholm.
—— 1918, Förna och äfja. — Geol. Fören. Förh., Bd 40. Stockholm.
SKOTTE, H., 1920, Nya fyndorter för lind och lönn i Ångermanland. — Botan. Notiser 1920. Lund.
SLICHTER, CH., 1902, The Motions of Ground Waters. — U. S. Geological Survey. Water Supply and Irrigation Papers 67. Washington.
SMITH, H., 1920, Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det centralsvenska högfjällsområdet. — Norrl. Handbibl., IX. Uppsala.
SVEDBERG, TH., 1922, Ett bidrag till de statistiska metodernas användning inom växtbiologien. — Sv. Bot. Tidskr., 16. Stockholm.
TANTTU, A., 1915, Ueber die Entstehung der Bulten und Stränge der Moore. — Acta forest. fenn., 4. Helsingfors.
TOLF, R., 1903, Hufvuddragen af de svenska torfmarkernas uppkomstsätt, beskaffenhet och användbarhet. — Bilaga t. Sv. Mosskulturfören. tidskr., häft. 4 (1903). Jönköping.

Weber. C. A., 1910, Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit? — Zeitschr. der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd 62, 1910, H. II. Berlin.
Welander, A., 1906, Om skogsdikning. — Årsskr. Fören. f. skogsvård i Norrland. 1906. Stockholm.
Wesenberg-Lund, C., 1901, Studier over Søkalk, Bønnemalm og Søgytje i Danske Indsøer. — Medd. fr. Dansk geol. Foren. VII. København.
Westermann, T., 1909, Undersøgelser over Kulturjords Forhold over for Vand og Bearbejdningens Indflydelse herpaa. — Tidskr. f. Landbrugets Planteavl, Bd 16. København.
Østrup, E., 1910, Danske Diatoméer. — København.

Anmärkta mera vilseledande tryckfel:

Sid. 92 nedersta raden står *och dylika mikroskopiska*, läs *och mikroskopiska.*
» 107 5:te raden nedifrån står *vilken utfyller*, läs *vilken utfyller mellanrummen mellan.*
» 116 16:de raden uppifrån står *Degerö storav-*, läs *Degerö stormyrs av-.*
» 120 3:dje raden uppifrån står *västlig riktning*, läs *ostlig riktning.*
12:te raden nedifrån står *100 m västerut.* läs *100 m österut.*
13:de raden nedifrån står *V om*, läs *O om.*
» 123 12:e raden uppifrån står *en ökad horisontal*, läs *en horisontal.*
» 127 2:dra raden uppifrån står *(d. v. s. myrens vertikala höjdtillväxt)*, läs *(t. ex. under myrens höjdtillväxt).*
144 På stationen *III uppfångades den 24 maj 1364 Betula-pollen.*
» » *I* » » *31* » *6 »övriga» pollen.*
» » *III* » » *1 juni 8* » »
» 157 17:de raden uppifrån står *kärr-*, läs *kärr.*

DEGERÖ STORMYR.

Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes.

RESÜMEE.

Vorwort.

Bereits im Jahre 1903 wurden in das Arbeitsprogramm der schwedischen forstlichen Versuchsanstalt Untersuchungen über die vielbesprochene Versumpfungsgefahr in Norrland aufgenommen. Seit dieser Zeit ist ein grosses Beobachtungs- und Untersuchungsmaterial gesammelt worden, das grösstenteils aus zwei zu diesen Zwecken ausgewählten Versuchsfeldern stammt, Rokliden bei Fagerheden in Norrbotten und Kulbäcksliden in Västerbotten. Jenes ist ein Beispiel des im Norden verbreiteten Typus der Versumpfung auf geneigtem Boden (»lidförsumpning»), dieses ist am Rand eines grossen flachen Moorkomplexes gelegen und wurde ausgewählt, um den Einfluss derartiger Moore auf die Wasserbilanz des umgebenden Bodens zu studieren. Von diesen Untersuchungen ist bisher recht wenig veröffentlicht worden (H e s s e l m a n 1909). Die vorliegende Untersuchung, zu der der Verfasser von Prof. H e s s e l m a n angeregt wurde, betrifft den Moorkomplex bei dem letztgenannten Versuchsfeld.

Kap. 1. Allgemeine Übersicht der Naturverhältnisse u. s. w. des Untersuchungsgebiets.

Lage. Der Moorkomplex Degerö Stormyr mit 6,5 km² Flächeninhalt ist im Kirchspiel Degerfors im südlichen Teil der Provinz Västerbotten gelegen, zwischen 64°10′ und 64°12′ n. Br. und zwischen 19°32′ und 19°36′ ö. L. von Greenwich, auf dem im grossen ganzen flachen aber im kleinen durch niedrige Berge ziemlich bewegten Gebirgsland, das sich zwischen den Flüssen Ume älv und Vindelälven ausdehnt und 250—300 m ü. M. erreicht. Das feste Gestein, ein grauer, gut geschichteter Gneis, der für das südliche Västerbotten charakteristisch ist, tritt im genannten Gebiet in grösserer Ausdehnung nur entlang einer Linie etwa 250 m ü. M. an den Tag, die den höchsten Stand des spätglazialen Meeres bezeichnet. Sonst ist es von Moräne, unterhalb der marinen Grenze auch von Sand- und Lehmschichten bedeckt, wozu dann vielfach Torf- und Gyttja-Schichten kommen, denn das Land wird in grosser Ausdehnung von Moorbildungen eingenommen.

Grenzen, Oberflächengestaltung. Der Moorkomplex ist im nördlichen Teil des genannten Gebirgslandes gelegen (vgl. Fig. 1, S. 8), zwischen zwei moränenbedeckten Gebirgsrücken mit Hauptrichtung NW—SO (Kåtaåsen bezw.

Stormyrtjälen—Flakatjälen). Gegen Westen hängt er mit dem Moor Granänget zusammen. Die grösste Ausdehnung des Degerö Stormyr selbst ist NW—SO 3,5 km, die Breite senkrecht dazu ist 1,5 bis 2 km. Die Höhe ü. M. schwankt zwischen 265 und 275 m, der ganze Moorkomplex liegt also oberhalb der marinen Grenze.

Die Höhenkarte Fig. 2 (S. 10) zeigt die Hauptzüge der Oberflächengestaltung. Das Moor ist wie daraus ersichtlich zersplittert durch zahlreiche Inseln, die vielfach in Reihen vorkommen und Teile eines Systems von Endmoränen sind, die in der Hauptsache senkrecht gegen die genannten Gebirgsrücken verlaufen. Der Moorkomplex zerfällt in zwei Hauptteile, einen westlichen und einen östlichen, die durch einen breiten Moränenwall getrennt sind, der von Stormyrtjälen über die Insel Granåsen zum östlichsten Teil des Ö. Skomakareängen verläuft. Diese Hauptteile, besonders der Westteil, zerfallen ihrerseits in mehrere mehr oder weniger gut getrennte Partien. Die Oberfläche des Moorkomplexes ist sattelförmig, indem sie von Kåtaåsen aus zunächst gegen Norden zu abfällt, um sich dann von Granåsen aus nach beiden Seiten zu senken. Der Abfall ist gewöhnlich zufolge stauender Moränenwälle stufenartig, nicht allmählich (vgl. die Profiltafel I und II).

Das vom Moor erfüllte Becken ist ziemlich flach; eine Mächtigkeit des Moors grösser als 7,8 m ist nie gemessen worden, und meistens findet man Tiefen von 3 bis 4 m. Die grösseren Tiefen finden sich gewöhnlich dort, wo die Mooroberfläche infolge der stauenden Wirkung der Endmoräne hoch liegt, wie in den Partien Fredagsängen, Lördagsängen und um Stortjärnen herum.

Wegen der hohen Lage ist die Wasserzufuhr vom umgebenden Terrain zum Moor ziemlich gering. Im östlichen Teil münden zwei kleine Bäche, Slukbäcken und Holmyrbäcken, und 7 Quellen (am Fuss von Kåtaåsen und Storliden). Zum Westteil fliessen keine Bäche, aber viele kleine Quellen. Die wichtigsten Abflüsse sind Vargstubäcken und Kåtatjärnsbäcken.

Temperatur und Niederschlag. Temperaturziffern für das Untersuchungsgebiet selbst liegen nicht vor, in der Tab. 1 (S. 12) werden aber Ziffern för die 32 km entfernte Station Bjurholm (nebst zum Vergleich auch für einige andere schwedische Stationen) mitgeteilt. Die Vegetationsverhältnisse deuten darauf hin, dass das Moor für seine nördliche Lage ziemlich gute Temperaturverhältnisse hat (*Calla palustris, Scirpus silvaticus,* in den Wäldern *Betula verrucosa* gemein in Nord- wie in Südlagen). Die Schneeschmelze hat nach 13-jährigen Beobachtungen auf dem Moor im Durchschnitt am 14. April begonnen und ist etwa ein Monat später beendigt gewesen. Die Auftauung des Bodens im Frühjahr geschiet sehr verschieden schnell in verschiedenen Teilen des Moors, je nach der Beschaffenheit der Vegetationsdecke. Die Cyperaceenmoore, *Amblystegium*-Moore und Dy-Sümpfe tauen auf etwa gleichzeitig mit der Schneeschmelze, die Zwergstrauchmoore und Sumpfwälder dagegen erst Wochen, ja bisweilen Monate später. Besonders lange halten sich lokale Eisreste in lockren *Sphagnum*-Polstern (wie *S. acutifolium*). Der erste Schneefall kommt gewöhnlich Anfang oder Mitte Oktober. Die Zeit des Erfrierens der Cyperaceenmoore in der Partie Kronmyren schwankte in den Jahren 1909—1921 zwischen 18. Okt. und 23. Nov. Die Vegetationszeit im Moor kann demnach nicht mehr als $4^1/_2$ bis 5 Monate betragen.

Der Niederschlag ist in Kulbäcksliden ganz nahe dem Moor gemessen worden. Siehe Tab. 2, S. 13.

Kultureinflüsse. Die Seggensümpfe und Seggenmoore sind von alters her zu Viehfutter abgemäht worden. Da diese Moortypen in historischer Zeit immer geringe Ausdehnung innerhalb des Moorkomplexes hatten, kann die Seggennutzung kaum einen erheblichen Einfluss auf den Entwicklungsgang des Moors gehabt haben. Die auf der physiognomischen Karte eingelegten Scheunen (»hölada») geben eine Vorstellung von der Verteilung des Heuschnitts auf die verschiedenen Teile des Moors. (Die Scheunen sind alle etwa gleich gross, 4×4×2 m; das Heu wird in diesen Scheunen bis zum Winter aufbewahrt, wo es auf Schlitten nach Hause gefahren wird.) In früherer Zeit, besonders in Hungerjahren, hat man ausser Heu auch Flechten (*Cladonia*-Arten und *Cetraria islandica*) auf den Zwergstrauchmooren zu Viehfutter gesammelt. In den letzten 30 bis 40 Jahren ist das nicht vorgekommen.

Auch hat man Rindvieh und Schafe im Moor auf die Weide getrieben. Es sind nur beschränkte Gebiete des Moors, die vom grasenden Vieh besucht werden, z. B. Hässjeängen auf Kronmyren, Fredagsängen, Lördagsängen und die Ufer des Bachs Kåtatjärnsbäcken. An solchen Stellen ist die Vegetation ohne Zweifel durch den Tritt des Viehs und durch die Düngung sowie durch das Grasen selbst beeinflusst worden.

Ein der kräftigsten denkbaren Eingriffe des Menschen in die Entwicklungsbedingungen eines Moors ist die Entwässerung. Solche Eingriffe sind vorgenommen worden; der erste datiert von 1886. Der Wasserspiegel des Storkåtatjärnen wurde dann durch Vertiefung und Gradmachung des Bachs Kåtatjärnsbäcken um einen Meter gesenkt. Gleichzeitig wurde im Bach ein Deich mit Schleuse eingerichtet. In den Jahren nach 1914 ist auf Initiative der Forstlichen Versuchsanstalt ein grosser Entwässerungsversuch gemacht und ein umfassendes System von Abflussgräben (siehe die Karten!) ausgelegt worden. Die Wirkung auf die Vegetation wie direkt auf den Grundwasserstand (der in einer Anzahl von Brunnen vor und nach Beginn des Drainierungsversuchs regelmässig beobachtet worden ist) ist jedoch im grossen ganzen auffallend gering gewesen. Irgendwelche Veränderungen in der Vegetation seit 1915, wo das System der Abflussgräben im wesentlichen seine jetzige Ausdehnung erhielt, sind nur ganz lokal zu beobachten, wie auf Strängmyren und in den Sumpfwäldern auf dem Nordhang des Kåtaåsen. Von der Ursache dieser geringen Wirkung wird später die Rede sein. Grosse Gebiete des Moors, wie Storlundsmyren, Kläppmyren und Nylandsmyren im Westteil des Komplexes, sind vollständig unberührt vom jetzigen Grabensystem.

Kap. 2. Die Vegetationsverhältnisse des Degerö Stormyr.

A. *Einteilungsprinzipien und Analysenmethoden.*

Einteilungsprinzipien. Es wird das von Nordhagen 1920, 1921 vorgeschlagene System befolgt. Die konkreten mehr oder weniger homogenen Vergesellschaftungen von Pflanzen, die man in der Natur trifft, werden also *Assoziationen* genannt. Assoziationen, die eine eingehende Übereinstimmung in floristischer und physiognomischer Hinsicht aufweisen, werden zu demselben Assoziationstypus oder *Soziotypus* geführt. Soziotypen, die eine ausgeprägte physiognomische Übereinstimmung zeigen, werden zu derselben *Formation* gerechnet. Oft wechseln in der Natur in regelmässiger Weise verschiedene As-

soziationen miteinander ab. Derartige Mosaikbildungen werden nach Du Rietz und Nichols *Assoziationskomplexe* genannt. Assoziationskomplexe, die ähnlich zusammengesetzt sind, werden zu demselben *Assoziationskomplex-typus* (Nordhagen) gerechnet.

Analysenmethoden. Die befolgte Methode der Vegetationsanalyse entspricht im Prinzip dem von Raunkiær 1909, nur wurden die Kleinflächen stets in einem bestimmten geometrischen Verband ausgelegt und für die Pflanzen der Bodenschicht der Bedeckungsgrad durch Vergleich mit dem Areal der benutzten Kleinfläche geschätzt (vgl. Lagerberg 1914, auch Raunkiær 1918). Die Analysen wurden stets nach einem bestimmten Schema ausgeführt: Für die Analyse wurde von der zu analysierenden Assoziation eine Fläche 5 × 5 m ausgewählt, die durch Pfähle in den Ecken ausgemerkt wurde. Innerhalb dieser Fläche wurden 50 oder 25 Kleinflächen von $^1/_{10}$ m² Grösse mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung mit drei Holzstangen und zwei Seilen regelmässig verteilt. Die Fig. 3 (s. 19) zeigt die Einzelheiten der Vorgangsweise. Bei den Frequenzbestimmungen wurden stets nur solche Arten als anwesend gerechnet, die innerhalb der betreffenden Kleinfläche im Boden befestigte Sprosse hatten. Bei der Bestimmung des Deckungsgrads wurde anfangs nach Vierteln, später nach Zehnteln der Kleinfläche geschätzt. Wie in jedem Fall vorgegangen worden ist, geht aus den Bemerkungen zu den betreffenden Tabellen hervor (»Täckning skattad i fjärdedelar av småytorna», bezw. »Täckning skattad i tiondelar av småytorna»; fjärdedelar = Viertel, tiondelar = Zehntel).

Die Soziotypen und die Assoziationskomplextypen werden nach den charakteristischsten Arten der Baum-, Feld- oder Bodenschicht benannt. Zu ihrer Charakterisierung sollen vor allem die Tabellen dienen, in denen die Resultate der Vegetationsanalysen niedergelegt worden sind (Tab. 3, S. 24—27, Tab. 4, S. 34, Tab. 5, S. 35, Tab. 6, S. 42—45, Tab. 7, S. 59—60).

B. *Die Pflanzengesellschaften des Moors.*

Die Gruppierung der Soziotypen folgt in grossen Zügen dem von Du Rietz 1921 aufgestellten Schema.

A. Cyperaceen- und Kräuter-Formationen: Baum- und Gebüschschicht fehlen. Feldschicht aus Cyperaceen, Kräutern, bisweilen auch Gräsern bestehend.

a. Cyperaceen- und Kräuter-Moore: *Sphagna* dominieren in der Bodenschicht.

b. Moosreiche Cyperaceen- und Kräuter-Sümpfe: *Amblystegia, Astrophylla, Paludella* u. s. w. dominieren in der Bodenschicht.

c. Dy-Sümpfe, Moorwiesen: Bodenschicht fehlt mehr oder weniger vollständig.

B. Zwergstrauchformationen: Baum- und Gebüschschicht fehlen; Feldschicht mit dominierenden Zwergsträuchern.

a. Zwergstrauchmoore: *Sphagna* dominieren in der Bodenschicht.

b. Zwergstrauch-*Amblystegium*-Sümpfe: *Amblystegia, Astrophylla* etc. dominieren in der Bodenschicht.

c. Flechtenheiden auf Moorboden: Flechten dominieren in der Bodenschicht.

d. Moosheiden auf Moorboden: Xerophile Moose (z. B. *Polytrichum strictum, Dicranum Bergeri)* dominieren in der Bodenschicht.

e. Nackte Heiden auf Moorboden: Bodenschicht fehlt mehr oder weniger vollständig.

C. Gebüschformationen: Baumschicht fehlt, Gebüschschicht vorhanden.

D. Baumformationen: Baumschicht vorhanden.

a. Bodenschicht aus *Sphagna:*

1. Baumbewachsene Cyperaceen- und Kräutermoore: Boden- und Feldschicht von Cyperaceen- oder Kräutermoortypus, Baumschicht schütter.

2. Baumbewachsene Zwergstrauchmoore: Boden- und Feldschicht von Zwergstrauchmoortypus, Baumschicht schütter.

3. Sumpfwälder (»Versumpfte Wälder»): Bodenschicht aus *Sphagnum Russowii* oder *S. Girgensohnii,* daneben *Polytrichum commune, Hylocomia, Dicrana.* Feldschicht aus Zwergsträuchern, Cyperaceen (z. B. *Carex globularis),* Kräutern, bisweilen Farnen. Baumschicht ziemlich geschlossen.

b. Moosreiche Sumpfwälder: Bodenschicht aus *Amblystegia, Astrophylla* etc.
c. »Nackte» Sumpfwälder: Bodenschicht fehlt mehr oder weniger vollständig.

Von den genannten Formationen kommen nur Cyperaceen- und Kräutermoore, moosreiche Cyperaceensümpfe, Dy-Sümpfe, baumbewachsene Cyperaceen- und Zwergstrauchmoore und Sumpfwälder innerhalb des Untersuchungsgebiets vor. Die topographische Verteilung der Formationen ist ersichtlich aus der pflanzenphysiognomischen Karte über den Moorkomplex.

Cyperaceen- und Kräutermoore (Synonyme, siehe S. 21). Feldschicht gewöhnlich aus *Carices* oder *Eriophorum vaginatum, Rubus chamæmorus, Scheuchzeria palustris* und *Scirpus austriacus*. Wichtigste Form der Kräutermoore: *Menyanthes trifoliata*. Zwergsträucher fehlen gewöhnlich ausser *Andromeda polifolia* und *Oxycoccus quadripetalus*, die oft vorkommen. Bodenschicht gebildet aus einem zusammenhängenden lockren Teppich licht-, oliv- oder braungrüner, nicht (oder nur schwach) bultenbildender *Sphagna*. Charakteristisch sind *Sphagna* aus *Cuspidatum-, Palustre-* und *Compactum*-Typus. Cyperaceenmoore nehmen auf Degerö Stormyr ein grosses Gebiet ein, das sich zwischen Kåtatjärnsbäcken und Vargstubäcken erstreckt. Über die Soziotypen, die hierher gehören, und ihre Charakteristik, siehe Tab. 3, S. 24—27. Drei Soziotypen, die infolge des Vorkommens von *Amblystegia* zu den moosreichen Sümpfen überleiten, sind in der Tabelle nicht aufgenommen, werden aber anhangsweise S. 32—33 behandelt. Keiner von ihnen spielt innerhalb des Moorkomplexes eine grössere Rolle.

Moosreiche Cyperaceensümpfe (Synonyme, siehe S. 33). Bodenschicht aus *Amblystegia, Astrophylla, Paludella* u. dgl. Feldschicht vor allem aus *Carices* bestehend, daneben oft mehrere Kräuter wie *Comarum palustre, Epilobium palustre, Menyanthes trifoliata*. Von Zwergsträuchern gewöhnlich nur *Andromeda polifolia* und *Oxycoccus quadripetalus*. Die moosreichen Cyperaceensümpfe haben auf Degerö Stormyr sehr geringe Verbreitung; hauptsächlich kommen sie als Randformationen an der Südseite des Moors vor, und dann fleckenweise in Dysumpfformationen eingesprengt. Hierher nur zwei Soziotypen (Tab. 4, S. 34).

Dy-Sümpfe (Synonyme, siehe S. 36) haben auch geringe Verbreitung innerhalb des Moorkomplexes; hauptsächlich kommen sie vor um Storkåtatjärnen herum und am Fuss von Kåtaåsen, als Randbildungen oder vor hervorbrechenden Quellen, immer an wasserreichen Standorten. Assoziationen gewöhnlich artenarm und schütter. Von höheren Gewächsen sind Cyperaceen am zahlreichsten vertreten; von Kräutern vor allem *Drosera longifolia* und *Menyanthes trifoliata*. Zwergsträucher fehlen gewöhnlich vollständig. Eigentliche Bodenschicht normal nicht vorhanden, bisweilen jedoch einzelne *Amblystegia* und *Sphagna*, weiter oft Lebermoose wie *Cephalozia connivens, Jungermania inflata, Martinellia paludicola, Riccardia pinguis*, und endlich zahlreiche Diatomeen und Cyanophyceen. Drei Soziotypen im Degerö Stormyr unterschieden, vgl. Tab. 5, S. 35.

Die Vegetation der Flarke. Anhangsweise wird S. 38 die Vegetation der mehr oder weniger nackten schlenkenartigen Bildungen besprochen, die in Norrland Flarke (Singular »flark», Plural »flarkar») und in Finnland Rimpis genannt werden. Diese sind im Degerö Stormyr wie überhaupt in norrländischen Mooren häufig, nehmen aber nur kleine Flächen ein. Vgl. Fig. 11 (S. 39) und 13 (S. 41) und die Karte Fig. 12 (S. 40).

Baumbewachsene Zwergstrauchmoore (Synonyme, siehe S. 40) haben im Gebiet eine sehr grosse Verbreitung und nehmen etwa 50 % des Moorareals ein. Meist kommen sie vor in den untieferen Teilen des Moors, treten also allgemein am Moorrand gürtelweise auf. Die charakteristischerweise bültenartig ausgebildete Moosdecke besteht gewöhnlich aus *Sphagnum fuscum* und *S. angustifolium;* zu diesen kommen oft *S. magellanicum* und *S. Russowii*, und in den Sphagnumpolstern sind fast immer eingestreut: *Hylocomium parietinum, Pohlia nutans, Polytrichum strictum* und *Sphaerocephalus palustris*. Weiter trifft man zahlreiche Lebermoose, wie *Cephalozia connivens, Kantia trichomanis, Mylia anomala*, oft auch Flechten: *Cladonia*-Arten, *Cetraria islandica*. In den Feldschichten dominieren die Zwergsträucher. Konstant kommen vor: *Andromeda polifolia, Empetrum nigrum, Oxycoccus microcarpus, Vaccinium uliginosum*. Dazu gesellen sich oft: *Betula nana, Calluna vulgaris, Oxycoccus quadripetalus, Vaccinium vitis idæa*. Spärlicher sind Cyperaceen und Kräuter vertreten. Die wichtigsten sind: *Eriophorum vaginatum, Rubus chamæmorus, Drosera rotundifolia*. Dazu in gewissen Assoziationen: *Carex globularis, C. pauciflora, Malampyrum pratense, Orchis maculatus, Pinguicula villosa* u. A. Unter den Bäumen ist der wichtigste die Kiefer. Bisweilen kommen daneben auch Fichte und *Betula pubescens*

vor. Der Baumbestand ist immer schütter, sonst aber von sehr wechselnder Beschaffenheit. In gewissen Typen sind die Bäume sehr niedrig, schlecht und reichlich flechtenbehangen, in anderen ziemlich hoch und wuchskräftig. Drei Soziotypen werden unterschieden, nach den *Sphagnum*-Arten die die Hauptrolle spielen (siehe Tab. 6, S. 42—45).

Assoziationskomplex aus Cyperaceenmoor und baumbewachsenem Zwergstrauchmoor (Synonyme, siehe S. 51). Ein auffallender Zug der nordschwedischen Moore ist das Vorkommen in grosser Ausdehnung von Assoziationskomplexen: von Cyperaceenmoor und baumbewachsenem Zwergstrauchmoor, von Dy-Sumpf und Zwergstrauchmoor, von Dysumpf und moosreichem Sumpf, von Dysumpf und *Molinia*-Wiese, von Dysumpf und Cyperaceenmoor. Im Degerö Stormyr haben die Assoziationskomplexe eine grosse Verbreitung. Sie bestehen hier fast ausschliesslich aus Cyperaceenmoor und baumbewachsenem Zwergstrauchmoor in verschiedenen Kombinationen, während dem andere Assoziationskomplextypen selten sind und nur kleine Flächen einnehmen. Vom ganzen von den Komplexbildungen eingenommenen Areal bedecken gewöhnlich Cyperaceenmoore den grösseren Teil, Zwergstrauchmoore einen viel kleineren. Die Zwergstrauchmoorflecken sind von sehr verschiedener Form, sie bilden bald »Bülten», bald »Stränge». Letztere Form (vgl. Fig. 18 und 19, S. 53—54) trifft man fast ausschliesslich auf geneigtem Boden. Vier verschiedene Assoziationskomplextypen aus Cyperaceenmoor und baumbewachsenem Zwergstrauchmoor werden unterschieden (siehe S. 55).

Baumbewachsene Cyperaceenmoore (Synonyme siehe S. 56) sind typische Cyperaceenmoore mit einem schütteren Baumbestand, meistens von Birke und Fichte (in gewissen Assoziationen auch Kiefer). Sie treten nur auf an Stellen mit grosser Bodenfeuchtigkeit, wo aber das Wasser nicht stagniert, wie an Bächen und Quellen und auf überrieseltem Boden. Drei Soziotypen werden unterschieden, vgl. S. 56—57.

Sumpfwälder (Synonyme, siehe S. 58) sind Moore mit einem ziemlich geschlossenen Baumbestand, gewöhnlich Fichten und Laubbäumen. Die Bodenschicht wird hauptsächlich aus *Sphagna* (besonders *S. Girgensohnii* und *S. Russowii)* und *Polytrichum commune* gebildet, daneben kommen *Hylocomia (parietinum* und *proliferum), Dicrana* und *Ptilium crista castrensis* vor; bisweilen auch *Amblystegia, Astrophylla, Jungermania* u. A. In den Feldschichten reichlich Gräser, Kräuter und bisweilen Farne. Dagegen spielen die Zwergsträucher mit Ausnahme von Heidelbeer- und Preisselbeerkraut eine untergeordnete Rolle. Die Sumpfwälder haben eine ziemlich grosse Verbreitung innerhalb des Untersuchungsgebiets. Sie nehmen grosse Partien vom Nordhang des Kåtaåsen und dem Abhang zwischen Degerö Stormyr und Kulbäcken ein. Besonders kommen Sumpfwälder vor an Bächen entlang als Gürtel verschiedener Breite. Der Zuwachs der Bäume in den Sumpfwäldern zeigt sehr grosse Schwankungen, die mit der Beweglichkeit des Wassers im Boden im Zusammenhang zu stehen scheinen. Entlang schnell strömender Bäche und in Gebieten mit starker Neigung des Bodens sind die Bäume immer hoch und kräftig, auf mehr ebenem Boden sind sie niedrig und schwachwüchsig. Von Sumpfwäldern werden im Gebiet 5 Soziotypen unterschieden, von denen nur zwei eine grössere Rolle spielen, der *Rubus chamæmorus*-reiche und der heidelbeerreiche Typus (siehe Tab. 7, S. 59).

C. *Die Pflanzengesellschaften des offenen Wassers.*

Im Degerö Stormyr spielen diese Pflanzenvereine eine untergeordnete Rolle. Die Vegetation in den zehn 20—100 m² grossen Seen, die über das Moor zerstreut sind, ist derart dürftig, dass höhere Gewächse vollständig fehlen, bis auf *Nuphar luteum*. Nur im grössten See, Storkåtatjärnen, findet sich eine reichere Flora (Gürtel mit *Equisetum limosum* etc., vgl. S. 62 u. 64). Auch die Vegetation der Bäche ist arm. Von höheren Pflanzen findet sich gewöhnlich nur *Carex rostrata,* die aber wie in Storkåtatjärnen kräftig gedeiht. In Kåtatjärnsbäcken kommen drei weitere Arten vor, siehe S. 65.

D. *Verbreitungstendenzen und Sukzessionen der Moorassoziationen in der Jetztzeit.*

Nach 10-jährigen Beobachtungen des Verfassers und Angaben der Ortsbevölkerung haben sich die meisten Assoziationen in neuster Zeit fast garnicht verändert. An den Rändern der kleinen Seen sind jedoch ziemlich schnell verlaufende Veränderungen beobachtet worden. Das *Menyanthes*-Moor geht in

Carex-limosa-Moor, und dieses in *Scheuchzeria*-Moor über. Ausserdem gibt es Beispiele dafür, dass *Carex-rostrata*-Moor und *Carex-limosa-rostrata*-Dysumpf in den letzten 50 Jahren in *Scirpus-austriacus*-Moor übergegangen ist.

E. *Ökologische Beobachtungen an den Standorten der Moorassoziationen.*

Gehalt an gelösten mineralischen Stoffen (Elektrolytgehalt der Bodenflüssigkeit). Analysen von Wasserproben haben durchweg sehr geringe Gehalte an gelösten Salzen ergeben (Tab. 8, S. 68). Durchgehende Unterschiede zwischen von verschiedenen Formationen eingenommenen Partien scheinen kaum vorzuliegen.

Sauerstoffgehalt des Wassers. Titrimetrische Analysen nach der Methode Winklers haben folgendes ergeben. In Seen, Bächen und Abflussgräben sind die Oberflächenschichten immer sauerstoffreich, der O_2-Gehalt nimmt aber gewöhnlich gegen die Tiefe zu bedeutend ab (siehe Tab. 9, S. 70—71). Nur in den zwei grössten Seen, Storkåtatjärnen und Nävertjärnen, ist der O_2-Gehalt bis an den Boden ziemlich gross. In den kleinen Seen dagegen herrscht am Boden fast vollständiger Sauerstoffmangel. Das Bach- und Abflussgrabenwasser kommt sauerstofffrei aus dem Moor, nimmt aber an der Luft schnell O_2 auf. Das Wasser in Quellen (Tab. 10, S. 71) ist stets sauerstoffhaltig. In *Amblystegium*-Mooren, Dysümpfen und Flarken (Tab. 11, S. 74) ist das Wasser gleich an der Oberfläche reich an O_2, dagegen herrscht vollständiger O_2-Mangel schon wenige cm unter der Oberfläche. Auch in den Cyperaceen- und Zwergstrauchmooren (Tab. 12, S. 75) herrscht gewöhnlich vollständiger O_2-Mangel in allem Wasser, das Grundwasserlage hat. Ausnahmsweise wurde bis 1 dm Tiefe ein wenig Sauerstoff gefunden. Der O_2-Gehalt nimmt jedenfalls auch hier gegen die Tiefe sehr schnell ab. Wenn Oberflächenwasser vorkommt, hat dies aber grossen O_2-Gehalt. Allgemein hat es sich also gezeigt, 1. dass Wasser, das in direkter Berührung mit der Luft steht, in der Regel freien O_2 gelöst enthält, zwar in sehr wechselnder Menge, je nach der Berührungsfläche, der Strömungsgeschwindigkeit, Humusgehalt, etc.; 2. dass vollständiger oder fast vollständiger O_2-Mangel in allem Wasser herrscht, das Grundwasserlage hat, auch wenn das Grundwasserniveau nur wenige cm unter der Oberfläche gelegen ist.

Der Wasserstand im Boden. Ausgedehnte Beobachtungen über den Wasserstand im Moor sind ausgeführt worden, teils in zu diesem Zweck gegrabene Brunnen, wo regelmässig abgelesen wurde, teils in für jedes Mal aufgebohrten Löchern. Jene Brunnen waren 50×50×60 cm. Die Wände wurden mit Holz verstärkt. Die Holzauskleidung, zu deren Oberkante die Messungen sich bezogen, wurden, um nicht aus ihrer Lage verrückt zu werden, mit auf der Bodenoberfläche liegenden 4 m langen Holzstangen fest verbunden und diese gut im Moor verankert. Beobachtet wurde während zwei Vegetationsperioden einmal in der Woche. Einige Beobachtungsresultate sind in gedrungener Form in der Fig. 23, S. 78, wiedergegeben. Es hat sich ergeben, dass in den *Amblystegium*-Mooren und Dysümpfen das Wasser während des grössten Teils der Vegetationsperiode über der Oberfläche steht, dass in den Cyperaceenmooren der Wasserstand auch hoch ist, jedoch nur ausnahmsweise, z. B. nach kräftigem Regen, über die Oberfläche steigt, und dass endlich in den Zwergstrauchmooren und Sumpfwäldern der Grundwasserstand ein viel niedriger ist und niemals die Oberfläche erreicht.

Die Rolle des Wasserstandes als ökologischer Faktor für die Moorassoziationen ist schon von früheren Forschern gewürdigt worden. Man hat auch schon auf die relativ grosse Plastizität der phanerogamen Sumpfgewächse und die Empfindlichkeit der Sphagna hingewiesen. Beides hat sehr schön eine Bestätigung gefunden durch im Degerö Stormyr ausgeführte Transplantationsversuche. Es wurden bei diesen Versuchen Torfstücke von $^1/_2$ m² Oberfläche und 30 cm Höhe mit der lebenden Pflanzendecke ausgesägt und an eine andere Stelle im Moor, mit andern Wasserverhältnissen, verpflanzt. Bei der Revision nach drei Jahren zeigten sich die Cyperaceen gewöhnlich unbeeinflusst von der Verpflanzung. Deutliche Reaktionen zeigten dagegen die Zwergsträucher. Kräuter und vor allem die *Sphagna*. *Betula nana, Vaccinium uliginosum* und *Rubus chamæmorus* hatten von der Verpflanzung an nässere Standorte gelitten. *Sphagnum fuscum* litt unter denselben Umständen sehr stark; vielfach waren die verpflanzten Individuen tot. Durchgehend zeigten sich die *Sphagna* sehr empfindlich för Submersion, abgesehen von gewissen hygrophilen Arten, wie *S. Dusenii* und *S. Lindbergii*. Diese ertrugen ihrerseits nicht die Verpflanzung an trocknere Standorte, z. B. in Zwergstrauchmoore. Ausser den zwei genannten Arten gehören *S. riparium* und *S. compactum* zu den am meisten hygrophilen Arten. Dann kommen unter den im Gebiet wichtigsten Arten *S. apiculatum, S. papillosum, S. balticum* und *S. angustifolium,* in genannter Ordnung, und endlich *S. magellanicum, S. Russowii* und *S. fuscum*. Am wenigsten hygrophil ist *S. acutifolium*.

Schon lange hat man in der Praxis die Empfindlichkeit der meisten Sphagna und der Zwergsträucher gegen Überschwemmung benutzt, um sie auszurotten. In Norrland setzt man die Seggenwiesen vielfach während einer längeren oder kürzeren Zeit des Jahres unter Wasser und verhindert dadurch die *Sphagna* und Zwergsträucher sich anzusiedeln oder fortzukommen. Die obenerwähnte Schleuse im Deich vor Storkåtatjärnen wurde eben zu diesem Zweck gebaut.

Verf. sieht in der Empfindlichkeit gewisser Sumpfpflanzen gegen Submersion eine der wichtigsten Ursachen zu der Zusammensetzung und Verteilung der verschiedenen Cyperaceen- und Zwergstrauchmoor-Soziotypen. Im besonderen ist dies eine mögliche Erklärung zur Abwesenheit der *Sphagna* in den *Amblystegium*-Mooren und Dysümpfen.

Die Entstehung von Strängen und Flarken wird hier behandelt, weil Verf. die Anpassung der verschiedenen Moorpflanzen zum Wasserstand als eine der wichtigsten biologischen Ursachen der Strang- und Flarkbildung betrachtet.

Flarke (vgl. Kap. 2 B) treten in Sümpfen, Cyperaceen- und Zwergstrauchmooren auf. Man kann zwei Arten unterscheiden: 1. mit einem ziemlich homogenen »Seggentorf» von der Oberfläche bis an den Boden (primäre F., Melin 1917); 2. mit einer 1—4 cm dicken Oberflächenschicht aus nassem, stark destruiertem dyhaltigen Torf auf ziemlich unvermodertem cyperaceenreichem *Sphagnum*-Torf, der gewöhnlich dieselbe Zusammensetzung hat wie der die umgebenden Cyperaceen- oder Zwergstrauchmoore unterlagernde (sekundäre F., Melin 1917; oft auch nach Sernander 1910 »höljor» — Schlenken — genannt; vgl. Fig. 11—13, S. 39—41).

Stränge (vgl. Fig. 18—19, S. 53—54) kommen hauptsächlich in Sümpfen und Cyperaceenmooren vor. Sie können aus Zwergstrauchmoortorf, Cyperaceenmoortorf, Niedermoortorf etc. bestehen und sind entweder Neubildungen auf einer partiell ausgetrockneten Fläche, oder Relikte eines durch lokale Versumpfung gesprengten Cyperaceen-, Zwergstrauch- oder Niedermoorvereins.

Beide Gebilde zeigen oft eine deutliche Relation zueinander, indem Stränge und Flarke

oft miteinander abwechseln und beide, mögen sie zusammen oder für sich allein vorkommen, fast konstant ihre Hauptausdehnung senkrecht zur Neigungsrichtung der Mooroberfläche haben. Über die Entstehungsweise der Flarke und Stränge sind viele verschiedene Anschauungen entwickelt worden (vgl. Andersson & Hesselman 1917, Nilsson 1899, Cajander 1913, L. von Post 1910, Auer 1920, Tanttu 1915, Melin 1917, Rancken 1911; bei Auer findet sich eine zusammenfassende Darstellung des ganzen Problems). Verf. entwickelt, dass man eine mechanisch-morphologische und eine biologische Seite des Problems zu unterscheiden hat; d. h. einmal sind die Faktoren zu untersuchen, die lokale Veränderungen im Wasserstand hervorrufen und dann die Wirkung dieser Veränderungen auf die Moorvegetation. Das direkte Verfolgen der Strang- und Flarkbildenden Prozesse ist schwierig, da sie fast immer sehr langsam zu verlaufen scheinen.

Die Flarke und Stränge des Degerö Stormyr scheinen nach den bisherigen Untersuchungen meist oberflächliche Neubildungen zu sein. Die grossen Strangkomplexe zwischen Kronmyren und Kläppmyren und westlich von Nylandsmyren, wie gewisse Stränge in Fredagsängen und Lördagsängen, dürften jedoch Relikte durch Versumpfung gesprengter Vereine entsprechender Art sein. Gewisse Flarksysteme sind wahrscheinlich durch Riss- oder Faltenbildungen infolge Sackens der Torfmasse (vgl. Rüster 1922) entstanden; in den Mulden tritt Submersion ein, die *Sphagna* werden abgetötet, und Flarke entstehen. In dieser Weise erklärt Verf. die Entstehung des Flarkkomplexes auf der Karte Fig. 26, S. 84. Wo Strangbildung in der Jetztzeit konstatiert worden ist, steht sie mit Flarken in Zusammenhang. Verf. entwickelt (vgl. Rancken 1911), wie Flarke Stränge und Stränge Flarke erzeugen können. Die Stöcke von *Scirpus austriacus* und *Eriophorum vaginatum*, die am Rand des Flarks wachsen, werden in ihrer Entwicklung begünstigt (beobachtet! Erklärung?: hoher Sauerstoffgehalt des Oberflächenwassers, Stickstoffdüngung durch das reiche Tierleben im Flark). An und um die hohen, kräftig emporragenden Büschel der genannten Cyperaceen siedeln sich *Sphagna* an, gewöhnlich erst *S. papillosum*, dann *S. magellanicum* und *S. angustifolium*, zuletzt *S. fuscum*. Die anfangs isolierten Büschel schmelzen dadurch zu einem kurzen Strang zusammen. Sobald dieser genügend entwickelt ist, wirkt er stauend und bewirkt je nach seiner Lage eine Erweiterung des Flarks seitwärts oder die Entstehung eines neuen Flarks oberhalb des alten. Dadurch sind wieder die Bedingungen geschaffen för ein Weiterwachsen des Strangs in seitlicher Richtung, u. s. w.

Kap. 3. Moorbodenarten und Schichtfolge.

A. *Die Moorbodenarten des Degerö Stormyr.*

Terminologie. Es werden drei Haupttypen von Moorbodenarten unterschieden, die ihrerseits nach dem Fossinlinhalt in Untertypen zerfallen.

Gyttja. Dichte, mehr oder weniger elastische Bodenarten von wechselnder Farbe, hauptsächlich aus in Wasser transportierten und sedimentierten organogenen Partikeln bestehend. Die Struktur ist am häufigsten krümelig. Gyttja wird gewöhnlich beim Trocknen heller und zieht sich zusammen.

Lehmgyttja: Gyttja mit grossen Lehmgehalt.

Algengyttja (Planktongyttja): Gyttja zu grossem Teil aus Cyanophyceen, Chlorophyceen und andern gewöhnlich planktonisch lebenden Algen bestehend.

Detritusgyttja: Gyttja reich an Überresten höherer Pflanzen.

Abweichende Form: See-Dy: eine gyttjaähnliche Bodenart, die ausser den gewöhnlichen Konstituenten der Gyttja grosse Mengen ausgeflockter Humusstoffe enthält. Im Gegensatz

zu der typischen Gyttja, die in klarem Wasser sedimentiert ist, ist der Seedy in stark humushaltigem gebildet.

Torf. In Wasser oder auf feuchtem Boden gebildete mehr oder weniger lockre Bodenarten von gewöhnlich filzartiger oder blättriger Struktur, hauptsächlich aus humifizierten Pflanzenresten mit noch beibehaltenen Gewebestrukturen bestehend. Die in Degerö Stormyr vorkommenden Torfarten teilt Verf. in folgende Arten:

a. Torfarten von ziemlich einheitlicher Zusammensetzung.

Phragmites-Torf: Hauptmasse Rhizome und Wurzeln von Ph.

Equisetum-limosum-Torf: Hauptmasse Rhizome und Wurzelfiber von E.

Carex-rostrata-Torf: Rhizome und Wurzeln von C.

Cyperaceen-Torf: Wurzeln, Stammteile etc. von nicht näher bestimmbaren C.

Amblystegium-Torf: Blätter und Stammteile von A.

Sphagnum-Torf: Blätter und Stämme von S.

b. Torfarten von komplizierterer Zusammensetzung:

Carex-rostrata-Sphagnum-Torf: Grundmasse von S.-Torf mit Wurzeln, Stammteilen, bisweilen Früchten von C.

Cyperaceen-Sphagnum-Torf: Grundmasse von S.-Torf mit Resten von C.

Eriophorum-vaginatum-Sphagnum-fuscum-Torf: Grundmasse von S.-f.-Torf mit Wurzeln und Stammbasisresten von E., gewöhnlich auch Resten von *Calluna* und *Vaccinium*.

Cyperaceen-Amblystegium-Torf: Zusammensetzung analog dem vorigen, nur A. statt *Sphagna*.

Torfdy (hochhumifizierter Torf). In Wasser oder auf feuchtem Boden gebildete Bodenarten von gewöhnlich butterartiger oder käseartiger Konsistenz, hauptsächlich aus amorphen Humusklumpen nebst feinzerteilten humifizierten Tier- und Pflanzenresten mit unscheinbarer Gewebestruktur bestehend. Der Torfdy schwindet stark beim Trocknen, wird schwarzbraun und hart und bekommt dann bei Reibung einen glänzenden Strich. Nach verschiedenen Einmischungen kann man z. B. unterscheiden:

Torfdy mit Diatomeen.

Torfdy mit Cyperaceen (Fiber, Epidermisfragmente).

Torfdy mit Laubbaumresten (Holzfragmente, Borke).

Torfdy mit *Pinus*-Resten (Stubben, Stämme, Borkenfragmente, bisweilen Zapfen).

Die Untersuchungsmethode. Nach vorläufiger Identifizierung der betreffenden Bodenart und Untersuchung auf makroskopische Fossilien hin wurden Proben davon gesammelt zwecks Untersuchung im Laboratorium. Die Proben wurden geschlemmt und mikroskopisch durchmustert, und die gefundenen Fossilien in grösstmöglicher Ausdehnung identifiziert. Auch die Frequenz der verschiedenen Bestandteile und der Destruktionsgrad wurde bestimmt. Die auf den Profiltafeln I und II angegebenen Frequenzgrade I—V bedeuten bezw.: I $<$ 1 %; II 1—10 %; III 10—30 %; IV 30—60 %; V 60—100 %. Diese Frequenzziffern bedeuten immer Prozente der ganzen Masse der Probe, also einschliesslich amorpher Humusklumpen u. dgl. Die Bestimmung der Menge der amorphen Humusstoffe einschliesslich der am feinsten zerteilten Pflanzenreste geschah meistens in folgender Weise (vgl. Kudrjaschew 1920, wo dasselbe Verfahren unabhängig vom Verf. verwandt worden ist): Von der naturfeuchten Probe wurden zwei Stücke herausgeschnitten und gewogen. Das eine Stück wurde getrocknet bei 100° und nochmals gewogen, das andere wurde in Wasser aufgeschlemmt und der Brei wurde auf ein Sieb mit Maschen 0,3 $\times$ 0,3 mm gebracht und tüchtig gespült. Der Rückstand wurde getrocknet und gewogen. Das errechnete Trockengewicht des durch das Sieb gegangenen, ausgedrückt in % des (errechneten) Trockengewichts des gesamten betreffenden Probestücks ergab den gesuchten Gehalt an »M» (Profiltafel I und II). Nur anfangs wurde der Gehalt durch Schätzung ermittelt. Dagegen sind die Frequenzwerte der Moos- und Cyperaceen-Reste immer nur schätzungsweise ermittelt worden. Auch der Destruktionsgrad, der in einer fünfgradigen Skala ausgedrückt wird, ist nach subjektiver Schätzung angegeben: 1 = Gewebestrukturen fast ganz erhalten; 2 = nur schwach destruiert oder korrodiert; 3 = deutlich destruiert; 4 = stark destuiert, deshalb oft schwer zu bestimmen; 5 = fast vollständig destruiert, nur in Ausnahmefällen bestimmbar.

Über die Möglichkeiten, die »Mutterassoziationen» der Torf- und Torfdyarten zu bestimmen. Die Torfarten des Degerö Stormyr sind hauptsächlich sedentär gebildet worden. Eine der wichtigsten Aufgaben einer entwicklungsgeschichtlichen Mooruntersuchung ist, diese Torfarten ihren »Mutterassoziationen» zuzuordnen und somit die Schichtfolgen in eine Reihe sich ab-

lösender Assoziationen zu übersetzen. Viele Schwierigkeiten stehen indes einer sicheren derartigen Übersetzung im Wege. Der Fossilinhalt der Torfarten entspricht nicht der vollständigen Artenliste der Mutterassoziationen. Gewisse Pflanzen, wie die Mehrzahl der Kräuter, werden sehr schnell nach dem Tod zersetzt; andere Formen, die in der Assoziation eine geringe Rolle gespielt haben, kommen im Torf wegen grosser Resistenz in grosser Menge vor und können so den Anschein erwecken, als ob sie Hauptkonstituenten der Assoziation gewesen seien. Die Arten mit erhaltenen, bestimmbaren Resten können als Leitfossilien mehr oder weniger wertlos sein, weil sie in vielen verschiedenen Assoziationen vorzukommen pflegen. Solche Reste wie Pollen können zu der Fundstätte, man weiss nicht woher, transportiert worden sein.

Die erhaltenen Reste von Phanerogamen sind meist Wurzeln und sonstige unterirdische Teile; die von Moosen Stämme und Blätter. Weiter werden Pollen und Sporen oft gefunden. Teile oberirdischer Organe fehlen dagegen gewöhnlich vollständig, mit Ausnahme von Stücken besonders harzreicher Hölzer, wie von Kiefer. Der Grund dieser Tatsachen ist kaum der, dass die oberirdischen Teile weniger resistent sind. In sedimentären Torfbildungen trifft man sehr oft Reste oberirdischer Organe höherer Pflanzen, wie Blätter und Früchte. Dass sie in sedentär gebildeten Torfarten fehlen, muss wohl dadurch erklärt werden, dass die zersetzenden Prozesse an der Oberfläche viel lebhafter sind als unter dem Grundwasserniveau. Wurzeln u. s. w. haben selbstverständlich viel grössere Aussicht in eine für die Erhaltung günstige sauerstofffreie Umgebung zu geraten als oberirdische Teile.

Obgleich es selten vorkommt, dass die Torfarten ganz bestimmten Assoziationen zugeordnet werden können, ist es doch oft möglich, sie bestimmten Formationstypen zuzuordnen. Die wichtigsten Leitfossilien sind die *Sphagna*. So lässt sich aus dem Vorkommen von *S. balticum* und *S. Dusenii* in einem Torf mit grosser Sicherheit schliessen, dass dieser Torf aus Cyperaceenmooren hervorgegangen ist. *S. fuscum* in grosser Frequenz deutet auf Herkunft des Torfs aus Zwergstrauchmoor u. s. w. Die Cyperaceenreste haben weniger Wert als Leitfossilien, besonders die Wurzeln, die in den Torf sekundär hineingewachsen sein können.

Die Herkunft der Torfdyarten ist gewöhnlich schwer zu ermitteln. Die einzigen verlässlichen Leitfossilien sind bis auf weiteres Holz- und Borkenreste und gewisse mikroskopische Fossilien, wie Algen und Sporen. Wenn künftig die rezente Fauna der Moore näher erforscht wird, können vielleicht viele in Torfdy vorkommende Tierfossilien wie Crustaceen und Rhizopoden wichtige Leitfossilien werden.

B. *Die Schichtfolge in Degerö Stormyr.*

In gewissen Partien des Moors findet man nächst dem Boden eine Schicht aus Gyttja. Die Lage und Ausdehnung dieser Partien ist genau ermittelt worden, vgl. die Karte Fig. 27, S. 95. In diesen Gebieten, die die Minimalausdehnung der Anfänge des Moors, der Altseen, bezeichnen, ist die Schichtfolge diese:

A. Förna[1] aus *Carex rostrata, Scirpus austriacus* oder *Eriophorum vaginatum* nebst *Sphagna* von *Cuspidatum-* und *Palustre-Typus*.

[1] Förna = die oberste Schicht toter Pflanzenreste, mit vertikaler Hauptrichtung der Elemente; entspricht der Waldstreu in der Schichtfolge des Rohhumuswaldbodens.

B. *Sphagnum*-Torf mit Cyperaceen (Die *S.* von *Cuspidatum-* und *Palustre*-Typus).
C. *Phragmites*-Torf, oft mit Seggen.
D. Gyttja.
E. Moräne.

Die eine oder andre Schicht (z. B. der *Phragmites*-Torf) kann fehlen, und oft kommt irgendwo in der Schichtfolge Torfdy vor. Auch kann *Sphagnum-fuscum*-Torf eine Schichtfolge wie die beschriebene überlagern.

In den Gebieten ausserhalb der Altseen kommen Schichtfolgen von drei Haupttypen vor:

Typus I:

A. Förna aus *Sphagna* von *Acutifolia*-Typus, Cyperaceen *(Eriophorum vaginatum),* Zwergsträuchern (*Andromeda, Betula nana, Vaccinium uliginosum* etc.)
B. *Sphagnum*-Torf mit Cyperaceen, Zwergstrauchresten, Baumstubben etc. (Die *S.* von *Acutifolium*-Typus).
C. Torfdy mit Fibern und Epidermisfragmenten von Cyperaceen, Holzresten etc.
D. Moräne.

Typus II:

A. Förna aus *Carex rostrata, Scirpus austriacus* oder *Eriophorum vaginatum* nebst *Sphagna* von *Cuspidatum-* und *Palustre*-Typus.
B. *Sphagnum*-Torf mit Cyperaceen *(S.* von *Cuspidatum-* und *Palustre*-Typus).
C. Torfdy.
D. Moräne.

Typus III:

A. Förna aus *Carices, Sphagna* und *Amblystegia.*
B. *Carex*-Torf, oft mit Blättern und Stämmen von Moosen (z.B. *Sphagnum subsecundum, S. teres, Amblystegium stramineum*) und Halmteilen von *Equiseta* und *Phragmites.*
C. Moräne.

Von diesen drei Typen ist der erstere der unvergleichlich meist verbreitete. Etwa 50 % des Moorareals, besonders die Marginalpartien des Moors, gehören diesem Typus an. Der Typus II ist am meisten in den Partien Borstmyren, Stormyren und Kronmyren vertreten, wird aber auch in andern Teilen des Moorkomplexes angetroffen. Der Typus III nimmt gewisse Teile von Skomakaremyren, Källmyren, Fredagsängen und Lördagsängen ein.

Profile durch den Moorkomplex. Fünf Profile sind eingehend untersucht und beschrieben worden. Die Lage der Profile geht aus der Karte Fig. 27, S. 95, hervor. Vier von ihnen sind auf den Profiltafeln I und II dargestellt, der fünfte in der Fig. 29, S. 105. An den mit G 000 bezeichneten Punkten wurde gegraben, womöglich bis an die Moräne, und Proben zu näherer Analyse mit 1 dm Intervall durch die ganze Schichtfolge hindurch gesammelt. An zahlreichen andern Punkten des Profils wurde die Schichtfolge durch Bohren (Torfbohrer Modell Hiller) ermittelt. Die auf den Tafeln eingezeichneten Bäume sind die tatsächlich den Profil entlang innerhalb eines Streifens von 2 m Breite wachsenden. Auch die Höhe wurde gemessen und ist im angegebenen Massstab korrekt eingezeichnet.

Die Profile A—B, C—D, E—F und G—H (vgl. die Profiltafeln I und II) zeigen einen ziemlich übereinstimmenden Bau.

In den tieferen Teilen des Moors trifft man zu unterst eine braune Dy-haltige Detritus-Gyttja, die ziemlich fossilreich ist, besonders gegen die Ränder der Altseen hin (z. B. am Punkt G 507 in 1 dm³ hunderte von *Nuphar-* und *Menyanthes*-Samen, grosse Mengen von Kieferborke, *Salix*-Blätter und kleinere Holzstücke von Kiefer, auch zwei Kiefernzapfen, Käferteile, Früchte von *Carex* und *Comarum* und eine Teilfrucht von *Cicuta virosa).* Eine vollständige Liste der in den Gyttja-Bildungen von Kronmyren, Storlundsmyren und Strängmyren gefundenen Fossilien ist S. 99—100 zu finden.

Über die Gyttja kommt entweder, näher am Ufer des Altsees, *Carex-rostrata-Phragmites*-Torf oder, in den zentralen Teilen des Altsees, Cyperaceen-reicher *Sphagnum*-Torf. Jene Torfart ist am besten in Strängmyren und Borstmyren ausgebildet.

Der *C.-Ph.*-Torf enthält ausser *C.* und *Ph. Equisetum limosum, Menyanthes trifoliata* und gewisse Moose (z. B. *Sphagnum riparium, S. teres, Amblystegium fluitans).* Dieser Torf ist sicher hervorgegangen aus *Carex-rostrata-* und *Phragmites*-Assoziationen derselben Beschaffenheit wie die jetzt in Storkåtatjärnen vorkommenden. Der *C.-Ph.*-Torf wird überlagert, entweder durch Torfdy oder durch die folgende Torfart. Ersteres ist der Fall in den Marginalpartien, letzteres in den zentralen Teilen der Altseen.

Der *Sph.*-Torf in den zentralen Teilen der Altseen ist in den tieferen Schichten meist sehr locker und wasserreich, an gewissen Stellen trifft man sogar eine Wasserschicht oberhalb der Gyttja (z. B. Storlundsmyren 190—260, Kläppmyren 820—890, Fredagsängen 990—1 060). Höher hinauf wird der Torf fester. Der Torf besteht grösstenteils aus *Sph.* der *Cuspidatum-* und *Palustre*-Gruppen und verschiedenen Cyperaceen. Jene lassen sich meist gut bestimmten, diese öfters nur als C.; nur an den Punkten G 211, G 850, G 220 und G 259 waren Artbestimmungen der C. möglich. Es war jedenfalls möglich, die Herkunft des betreffenden *Sph.*-Torfs aus *Carex-rostrata-, Scirpus-austriacus-* und *Eriophorum-vaginatum*-Mooren festzustellen.

Man bemerke, dass der Vermoderungsgrad des *Sphagnum*-Torfs fast durchgehend grösser ist gegen die Ränder der Altseen hin als in der Mitte (vgl. G 371, G 441, G 700, G 850).

In den untieferen Teilen des Moors, ausserhalb der Altseegebiete, treten an Stelle der beschriebenen Schichtfolge solche von entweder Typus I, II oder III (vgl. oben).

Der Typus I (Profil A—B, 0—160, Pr. C—D 30—90, 360—460, 640—700, 720—750, Pr. E—F 0—260, 510—530) zeigt zuoberst eine Förnaschicht mit entweder *Sphagnum fuscum, S. angustifolium, Eriophorum vaginatum* und Zwergsträuchern (unter baumbewachsenem *Fuscum*-Zwergstrauchmoor) oder mit *S. Russowii* statt *S. fuscum* (unter baumbewachsenem *Russowii*-Zwergstrauchmoor oder *Rubus-chamæmorus*-reichem Fichtensumpfwald). Unter der Förna kommt *Sphagnum-fuscum-* bezw. *S.-Russowii*-Torf wechselnder Mächtigkeit *(S. fuscum* bezw. *S. Russowii;* weiter *S. angustifolium, S. magellanicum,* Cyperaceen — vor allem *Eriophorum vaginatum — Andromeda, Oxycoccus, Vaccinium uliginosum, Betula nana, Calluna,* Stubben u. s. w. von Kiefer; im *Russowii*-Torf dazu Birkenreste häufig). Unter den genannten Torfschichten kommt, mit messerscharfer Grenze zwischen den Schichten, Torfdy, der sich bis an die Moräne erstreckt (mikroskopische Fossilien: Pollen von Waldbäumen, Ericaceen, Cyperaceen u. a. Phanerogamen, Rhizopoden, Sporen von Moosen, Farnen und *Lycopodium;* makroskopische Fossilien von Cyperaceen, Zwergsträuchern, Kiefer — Stubben! —, Birke und Käfern). Die Kiefernstubben sind etwa gleich häufig in allen Tiefenschichten innerhalb des Torfdys, die Birkenreste kommen fast immer nur in den tieferen Schichten vor.

Der *Fuscum*-Torf in den Schichtfolgen vom Typus I ist sicher aus baumbewachsenem *Fuscum*-Zwergstrauchmoor hervorgegangen, und der *Russowii*-Torf aus baumbewachsenem *Russowii*-Zwergstrauchmoor oder *Rubus-chamæmorus*-reichem Fichtensumpfwald. Wahrscheinlich haben die Torfdyschichten den nämlichen Ursprung wie die überlagernden Torfschichten. Hierfür sprechen, ausser dem Vorkommen der Kiefernstubben, die Fossilbefunde in allen Fällen, wo im Torfdy eine weniger vermoderte Schicht mit mehr identifizierbaren Resten eingesprengt angetroffen worden ist. Da jedoch Birkenreste in der untersten Schicht oft auch unter *Fuscum*-Torf angetroffen werden, deutet dies darauf hin, dass das *Fuscum*-Moor sich hier aus *Russowii*-Moor entwickelt hat.

Der Typus II (Pr. A—B 440—640) zeigt zuoberst eine dünne Förna aus *Carex rostrata, Sphagna* von *Cuspidatum-* und *Palustre*-Typus, *Andromeda* und *Oxycoccus.* Darunter kommt stark vermoderter Cyperaceen-Torf, mit Zwergsträuchern, besonders *Betula nana,* und dünnen Wurzeln von Kiefer und Birke. Darunter kommt wieder Torfdy (mit Resten von Cyperaceen, Birke, *Equiseta* nebst mikroskopischen Fossilien). Es ist nicht leicht, die Herkunft der genannten Torf- und Torfdyschichten festzustellen; vermutlich sind beide aus baumbewachsenen Seggenmooren hervorgegangen.

Der Typus III (Pr. A—B 1 140—1 200, Pr. C—D 1 130—1 220) hat zuoberst eine dünne Förna aus Seggen, *Sphagna* und *Amblystegia* und darunter eine bis an die Moräne sich erstreckende Schicht von Seggentorf (*Caricos, Andromeda, Oxycoccus,* an gewissen Niveaus Reste von *Sphagna* und *Amblystegia* — z. B. *S. subsecundum, S. teres, S. fuscum, S. magellanicum, A. stramineum* — und von *Equiseta* und *Phragmites).* Dieser Torf ist aller Wahrscheinlichkeit nach hervorgegangen aus *Carex*-reichen Dysümpfen, in denen Cyperaceen- und Zwergstrauchmoore in kleineren Flecken aufgetreten sind.

Das Profil J—K (Fig. 29, S. 106), das eine Partie um Slukbäcken herum überquert, hat eine von den übrigen ziemlich abweichende Zusammensetzung.

Im Profil J—K ist die Schichtfolge verschieden in den östlichen und in den westlichen Teilen, vgl. die beiden Lagerstättebeschreibungen S. 104. Verf. sieht die Verschiedenheiten zwischen dem *Carex*-Torf im westlichen Teil und dem im östlichen Teil des Profils als durch verschiedene Bedingungen für die Humifizierungsprozesse bedingt an. Beide Arten von Seggen-Torf haben nach Ansicht des Verf. mit ziemlicher Sicherheit dieselbe Herkunft und stammen aus baumbewachsenem Seggenmoor. Auch der Torfdy — mit *Menyanthes!* — der im westlichen Teil des Profils den Seggentorf überlagert wäre mutmassungsweise desselben Ursprungs, also sekundär aus dem *Carex*-Torf gebildet, nachdem trocknere Verhältnisse eintraten und heidelbeerreicher Fichtensumpfwald das baumbewachsene Seggenmoor ersetzte. Der *Fuscum*-Torf im östlichen Teil des Profils ist aus baumbewachsenem Zwergstrauchmoor hervorgegangen.

Kap. 4. Die Wasserverhältnisse des Degerö Stormyr.

Trotzdem in den letzten 50 Jahren einerseits die Moore, andrerseits hydrologische Fragen viel studiert worden sind, steht eine eingehendere Untersuchung der Hydrologie der Moore noch aus. Die Darstellung in diesem Kapitel soll ein erster Versuch in dieser Richtung sein.

A. *Grundbegriffe der Hydrologie der Moorböden.*

Terminologie. In den Moorböden tritt das Wasser wesentlich in zweierlei Weise auf: 1. Von den Moorböden in verschiedener Weise gebunden; 2. Als zusammenhängender Flüssigkeitskörper die Zwischenräume unter den Bodenpartikeln ausfüllend und sich unter dem Einfluss der Schwere bewegend (hydrostatisches Wasser). Innerhalb beider Hauptarten können viele Unterarten unterschieden werden.

1. *Gebundenes Wasser* (Einteilung nach Odén 1923):

A. *Mechanisch gebunden (Okkludiertes* Wasser): grössere Hohlräume in den Pflanzenresten des Torfs ausfüllend (z. B. die Hyalinzellen der *Sphagna*). In unvermodertem Torf kommt ein grosser Teil des Wassers in dieser Weise vor. Dieses Wasser kann durch Pressen mit relativ kleinen Drucken entfernt werden.

B. *Physikalisch gebunden (Kapillares* Wasser): Wasser, das unter dem Einfluss kapillarer Kräfte festgehalten wird oder sich bewegt. Ein grosser Teil dieses Wassers kann durch Pressen mit sehr starkem Druck entfernt werden.

C. *Kolloidchemisch und chemisch gebunden:*

a. »Kolloidwasser»: Gebunden in derselben Weise wie in Gelatine und Agar-Agar.

b. Hydratationswasser: Gebunden in derselben Weise wie Krystallwasser u. s. w.

(c. Die H'- und OH'-Gruppen, die noch nicht miteinander unter Wasseraustritt reagiert haben.)

2. *Hydrostatisches Wasser:*

A. *Sickerwasser,* das unter dem Einfluss der Schwere von der Oberfläche gegen das Grundwasser sich bewegt.

B. *Grundwasser:* Bodenwasser, das auf undurchlässigere Schichten der Erdkruste ruht oder in dieser Lage sich unter dem Einfluss der Schwere bewegt.

a. Eigentliches Grundwasser, das in poröseren Teilen der Erdkruste die Zwischenräume unter den Bodenpartikeln ausfüllt.

b. Kluft- oder Aderwasser, das sich in unterirdischen grösseren Kavitäten oder Adern ansammelt oder bewegt.

C. *Tag-* oder *Oberflächenwasser:* Wasser in solcher Lage, dass seine freie Oberfläche in direkter Berührung mit der Atmosphäre steht.

Die verschiedenen Formen von hydrostatischem Wasser stehen einander nahe. Ist der Zufluss von Wasser auf der Oberfläche grösser als der Abfluss, wird selbstverständlich Oberflächenwasser gebildet. Ist der Boden porös, bilden sich Ströme von Sickerwasser. Dieses wird nach Erreichung schwerdurchlässigerer Schichten im Boden zu Grundwasser.

Die Moorbodenarten — z. B. im bes. unvermoderter *Fuscum*-Torf — können bekanntlich oft grosse Mengen von Wasser mechanisch und kapillar gebunden halten. Dagegen ist die Fähigkeit der Moorbodenarten, das Wasser kapillar zu leiten nach allem zu beurteilen gewöhnlich gering (vgl. Bersch 1912), S. 48). Das grosse Wasserspeicherungsvermögen der Moorbodenarten erschwert und verhindert gar in gewissen Fällen das Hinuntersinken des infiltrierten Wassers zum Grundwasser.

Das Grundwasser in Moorböden. Unter einem gewissen Niveau sind fast immer die Bodenporen ganz wassergefüllt. Dieses Niveau wird gewöhnlich als das Grundwasserniveau bezeichnet. Seine Lage schwankt sehr an verschiedenen Lokalitäten und gewöhnlich auch an einer und derselben Stelle je nach Jahreszeit und Niederschlag. Die Bewegung des Grundwassers geschieht verschieden leicht und schnell je nach:

1. Der Struktur des Bodens;
2. Der Neigung der wasserhaltenden Schichten;
3. Der Temperatur des Wassers.

Der Punkt 2 bedarf kaum einer näheren Erörterung. Zu 3, vgl. z. B. die Fluiditätskoeffizienten des Wassers für verschiedene Temperaturen in Landolt-Börnsteins Tabellen und die Versuche von King 1892.

Der erste Punkt ist aber, was die Moorbodenarten betrifft, bisher vielfach zu wenig beachtet oder falsch bewertet worden. Zur Klärung dieses Punkts hat Verf. Filtrationsversuche mit Moorbodenarten (Torf und Torfdy) ausgeführt, die folgendermassen ausgeführt wurden.

Von dem betreffenden Moorboden wurden mit einer Handsäge Scheiben von 5×32×35 cm Grösse aus ihrem natürlichen Verband im Moor gelöst, sehr vorsichtig herausgenommen und auf besonders konstruierten, steifen Gitterplatten liegend an den Versuchsort transportiert. Zum Versuch wurden sie in Apparate wie den in Fig. 30, S. 111, gezeigten eingesetzt. Zwischen den Randflächen der Torfscheiben und den Seitenwänden des Zinkkastens a, b wurde Gips gegossen, was, wie die Erfahrung zeigte, ein Vorbeilecken von Wasser an den Rändern vollkommen verhinderte. Oberhalb der Torfscheibe wurde während des Versuchs konstant eine 2 cm hohe Wasserschicht erhalten (automatisch durch den Randabfluss erreicht). Es bestand also während des Versuchs ein stationärer Zustand. Gemessen wurde die durch die Scheiben unter den gegebenen Bedingungen während der Versuchszeit (max. 24 Stunden) hindurchgegangene Wassermenge. Die Ergebnisse sind, in Filtratmenge pro Stunde umgerechnet, in der Tab. 13, S. 112—113, mitgeteilt. Wie man sieht, ergaben sich sehr grosse Unterschiede zwischen verschiedenen Torf- und Torfdyarten. Der Torfdy unter den Zwergstrauchmooren ist oft mehr als tausend mal weniger durchlässig für Wasser als die unvermoderten Sphagnumtorfarten.

Die Verschiedenheiten in bezug auf Wasserdurchlässigkeit wie auch der Neigungsverhältnisse müssen grosse Unterschiede in der Beweglichkeit des

Wassers in verschiedenen Gebieten des Moors bedingen. Wie weiter unter näher ausgeführt wird, kann man in der Tat innerhalb des Moors eine Reihe mehr oder weniger ausgeprägter Wasserströme oder Wasserbahnen unterscheiden.

B. *Der Wasserhaushalt des Degerö Stormyr.*

Zuflüsse und Abflüsse. Die Zuflüsse des Moors sind:

a. terrestrische: 1. Bäche; 2. Quellen und andre Grundwasserzuflüsse; 3. Oberflächenwasser (Regen- und Schmelzwasser) aus dem umgebenden Boden.

b. atmosphärische: 1. Regen; 2. Schnee; 3. Tau.

Wegen der Lage des Moors nahe dem höchsten Punkt eines kleinen Hochlandes werden ihm keine grösseren Mengen terrestrischen Wassers zugeführt. Die zufliessenden Bäche sind klein und wenig zahlreich. Die wichtigsten sind Slukbäcken und Holmyrbäcken, die in Storkåtatjärnen münden und Wasser aus zwei gleich südwärts von Degerö Stormyr gelegenen Mooren abführen. Quellen und andre Grundwasserläufe treten in grosser Menge innerhalb des Moorgebiets an den Tag, ihre Kapazität ist aber durchgehend klein (betr. die Lage der Quellen, vgl. Fig. 31, S. 118). Wichtiger sind die atmospärischen Zuflüsse. Dass dem so ist, geht schon aus einem Vergleich des Niederschlaggebiets der terrestrischen Zuflüsse des Moors (etwa 368 har) mit dem Areal des Moors selbst (etwa 648 har) hervor. Von den genannten Ziffern ausgehend berechnet sich die jährlich dem Moor durch terrestrische Zuflüsse zugeführte Wassermenge zu höchstens 1,7 Millionen m^3 und die direkt durch Schnee und Regen zugeführte Menge zu 3 Mill. m^3.

Degerö Stormyr wird entwässert durch: 1. Bäche und Grundwasserströme; 2. Verdunstung des Bodens; 3. die Transpiration der Vegetation.

Der wichtigste Bach des östlichen Teils des Moorkomplexes ist Kåtatjärnsbäcken, der des Westteils Vargstubäcken. Die Infiltration von Wasser in die unterlagernden Moränen spielt in der Jetztzeit eine ziemlich kleine Rolle für die Entwässerung, nachdem sie von hochhumifizierten Torfarten bekleidet worden sind.

Über die Grössenrelation des Abflusses zu der Verdunstung liegen keine Messungen vor. Nach Ansicht des Verf. spielt die Verdunstung die wichtigste Rolle.

Die Verdunstung von einer Mooroberfläche ist gewöhnlich grösser als die einer freien Wasseroberfläche. Für Moorbodenarten des Degerö Stormyr erhellt dies aus den in der Tab. 14, S. 117, mitgeteilten Transpirationsversuchen. Die Versuche wurden so ausgeführt: Von der obersten Bodenschicht mit der lebenden Vegetation wurden mittels eines besonderen Apparats zylindrische Stücke aus dem Moor herausgenommen, die eine Grundfläche von 2,2 dm^2 und eine Höhe von 1,75 dm hatten. Die Probenstücke wurden in zu ihnen passende unten geschlossene Zinkzylinder eingesetzt, und dann wurde Wasser aufgefüllt bis der Wasserstand in den Zinkzylindern dem natürlichen Wasserstand im Moor an der Stelle, wo die betreffende Probe genommen war, entsprach. Nach Wägung der so beschickten Zinkzylinder wurden sie nahe aneinander in einer offenen Partie des Moors in entsprechende Löcher plaziert, derart, dass ihre oberen Ränder in Niveau mit der Bodenoberfläche kamen. Sie wurden dann während der Beobachtungszeit alle 24 Stunden aufgenommen und gewogen. Der jedesmalige Gewichtsverlust ist in der Tab. 14 eingetragen. Dass der Zylinder mit *Sphagnum acutifolium* im ganzen weniger als die freie Wasseroberfläche verdunstete, beruht darauf, dass hier bald Wassermangel eintrat (es wurde während der ganzen Versuchszeit kein Wasser nachgefüllt).

Wasserströme innerhalb des Moorkomplexes. Das Wasser bewegt sich im Moor meist als Grund- und Oberflächenwasser. Sickerwasserströme kom-

men hauptsächlich nach Regen und bei der Schneeschmelze vor. Wie im vorausgehenden Unterkapitel auseinandergesetzt, können im Moor eine Anzahl mehr oder weniger distinkter Wasserstrombahnen unterschieden werden, in denen sich das Wasser vornehmlich bewegt. Die Lage und Richtung der hauptsächlichen Wasserbahnen geht aus der Karte Fig. 31, S. 118, hervor.

Um den Verlauf der grossen Grundwasserbahnen festzustellen, hat Verf. dem infiltrierten Bach- und Quellwasser auf seinem Weg im Moor zu folgen versucht. Da die Geschwindigkeit der Wasserbewegung wesentlich vom Reibungswiderstand im Boden abhängt, und in dieser Hinsicht (vgl. Kap. 4 A.) gewaltige Differenzen obwalten, ist Verf. dabei so vorgegangen, dass er durch torfgeologische Untersuchung die Züge aus lockrerem, durchlässigerem Torf im Moorkörper verfolgt hat. Ein solcher Zug durchsetzt z. B. das Profil G—H (Tafel II) zwischen 375 und 385 und mehrere werden vom Profil A—B geschnitten (z. B. zwischen 180 und 210 und zwischen 810 und 900). Wird an einer dieser Stellen gegraben, füllt sich der Graben fast augenblicklich mit Wasser, währenddem Graben, die nur wenige Meter ausserhalb der genannten Züge aufgenommen werden, sich nur äusserst langsam füllen.

Es bestehen gewaltige Unterschiede in der Durchlässigkeit zwischen den Transgressionsgebieten und den Altseegebieten. In jenen sind die Torfbildungen oft schwerdurchlässig, ganz besonders die untern, aus Torfdy bestehenden Schichten (vgl. Tab. 13, S. 112). Dagegen sind die meisten in Seen und Bächen entstandenen Torfbildungen relativ gut durchlässig. Deshalb folgen die stärkeren Grundwasserströme hauptsächlich den von alten Bächen und Altseen vorgezeichneten Bahnen. Die primären Wasserbahnen des Gebiets spielen also noch auf einem weit vorgeschrittenen Stadium der Moorbildung eine grosse Rolle für den Wasserabfluss vom Moor.

C. *Diskussion der Versumpfungsprozesse.*

Die hydrologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen des Verf.'s haben zu der Unterscheidung dreierlei Arten von Versumpfungsprozessen geführt:

I. *Überschwemmungsversumpfung* (»See»- oder »Verlandungs»-Versumpfung). Die durch das Pflanzen- und Tierleben der Seen entstandenen Torf- und Gyttjabildungen erschwerten den Wasserabfluss von den Seen. Die Abläufe wurden seichter (die Passpunkte wurden erhöht), und die Infiltration in die Moränen wurde erschwert. Bei unverändertem Zufluss musste dann das Wasser steigen. Die Seen breiteten sich nach den Seiten aus, ihre Ufer wurden überschwemmt und von Moorvegetation eingenommen. Vgl. zu Erläuterung Fig. 32, S. 123.

II. *Randversumpfung.* Diese Art von Versumpfung wird durch Änderung der Ausströmungsstellen der nach dem Moor hin fliessenden moränen Grundwasserströme hervorgerufen. Verf. denkt sich den Verlauf dieses Versumpfungsprozesses wie folgt. Bei Gelegenheiten, wo die Wasserinfiltration in der benachbarten Moräne gross ist und ein hoher Grundwasserstand herrscht, wie der mit I in der Fig. 34 (S. 126) bezeichnete, bricht Wasser in der Randzone des Moors hervor. Es werden dadurch neue Standorte für torfbildende Vegetation geschaffen. Die Moräne kann Wasser zum Moor liefern, bis das moräne Grundwasser und das Grundwasser im Moor in Gleichgewicht stehen. Ein Grundwasserstand, der sich dieser Gleichgewichtslage nähert, wird durch die gestrichelte Linie II in der Fig. 34 dargestellt. Wie schnell und inwieweit sich dieses Gleichgewicht einstellt wird einerseits durch die Wasserzufuhr, andrer-

seits durch den Abfluss, also u. A. durch die Durchlässigkeit der Torfbildungen und der darunterlagernden Moräne, bestimmt. Falls der Zufluss sich im grossen ganzen nicht ändert, wird die Zone, innerhalb der die Randversumpfungsprozesse tätig sind, höher auf die Ufer hinauf verschoben in dem Masse, wie der allgemeine Wasserstand im Moor sich erhöht, und wie die Torfbildungen am Moorrand ein stärker stauendes Vermögen bekommen.

Wesentlich für diese Auffassung ist wieder die Schwerdurchlässigkeit des in der Transgressionszone gebildeten Torfdys. Die Lage der meisten Quellen z. B. am Fuss von Kåtåsen ganz am Rand des Moors und in durchweg a b i e g n e n Bildungen wird nach dieser Auffassung so erklärt dass die Quellen durch die stauenden Torfbildungen d o r t h i n v e r s c h o b e n worden sind, wo sie jetzt sind. Eine kräftige Stütze seiner Ansicht über die Randversumpfung findet Verf. in noch unpublizierten Wasseranalysen T a m m s. Nach diesen Analysen ist der Sauerstoffgehalt des Grundwassers in den Moränen unter den Torfbildungen der Transgressionsgebiete oft recht hoch, währenddem Wasser, das Torfschichten passiert hat, sauerstofffrei ist. Dieses Grundwasser stammt also aus den Moränen des unversumpften Bodens, nicht aus dem Moorboden.

III. *Überrieselungsversumpfung.* Infolge des Höhenzuwachses des Moors werden neue Passpunkte erreicht. Von diesen Punkten aus breitet sich eine Versumpfung auf dem niedriger liegenden Boden aus. Vgl. zur Erläuterung Fig. 33, S. 124.

Von den genannten Versumpfungsarten sind im Degerö Stormyr die zwei ersten die wichtigsten gewesen. Dagegen haben allem Anschein nach Überrieselungsversumpfungen eine geringe Rolle gespielt.

D. *Drainierungsplan für Degerö Stormyr.*

Drainierung von Moorböden im allgemeinen. Das leitende Prinzip muss das sein, mit geringstem Aufwand die hauptsächlichen Versumpfungsursachen zu beseitigen. Diese sind von zweierlei Art, man könnte sie direkte und indirekte nennen. Direkt versumpfend wäre dann die Zufuhr von terrestrischem und atmosphärischem Wasser, indirekt würde gehemmte Verdunstung und erschwerter Abfluss des Wassers versumpfend wirken. In der Regel sind wir gegen die direkten Versumpfungsursachen machtlos. Der Niederschlag ist nicht zu ändern, und die terrestrischen Zuflüsse können gewöhnlich nicht weggeschafft werden. Die Arbeit muss also auf die Beseitigung der indirekten Versumpfungsursachen hinzielen. Diesem Zweck sollen die Abflussgräben dienen. Sie sind deshalb so zu verlegen, dass: 1) ein direkterer Abfluss den terrestrischen Zuflüssen (Bächen, Quellen etc.) gegeben und 2) Abfluss aus solchen Partien, wo Wasser sich leicht ansammelt, geschaffen wird. Wenngleich diese Gesichtspunkte für fast alle, die mit Entwässerung von Mooren zu tun gehabt haben, leitend gewesen sind, sind die praktischen Resultate der Entwässerungsmassnahmen sehr wechselnd gewesen.

Zu 1. Den terrestrischen Zuflüssen wird ein direkterer Abfluss bereitet durch Verlegen von Gräben in die Marginalpartien des Moors. Zugleich wird dadurch die Gefahr für Randversumpfungsprozesse reduziert. Um ihre zweifache Aufgabe so effektiv wie möglich zu erfüllen, sollten die Randgräben ziemlich nahe an den Moorrand verlegt werden und ein gutes Stück tief in die Mineralerde gegraben werden.

Zu 2. Massgebend für die Verlegung der Hauptgräben müssen einerseits die Neigungs- andrerseits die Strukturverhältnisse der wasserführenden Schichten sein. Man hat vielfach nur den Neigungsverhältnissen gebührende Auf-

merksamkeit geschenkt. Mindestens ebenso wichtig ist aber die Struktur. Die Entwässerungsmassnahmen können offenbar direkt nur das hydrostatische Wasser (vgl. Kap. 4 A.) beeinflussen. Um den grössten Effekt zu haben, sollten daher die Hauptgräben soviel wie möglich durch Teile des Moors mit lockrem, schwach humifizierten Torf gelegt werden. Diese Teile halten viel hydrostatisches Wasser, und das Wasser ist dort relativ leicht beweglich, so dass die durch die Gräben bewirkte Grundwassersenkung weit umher greift und drainierend wirkt. In Partien mit hochhumifizierten Torfarten verlegte Abflussgräben können niemals grössere Bedeutung als Abflüsse für Grundwasser haben (wohl aber unter Umständen für Oberflächenwasser). Besonders wichtig ist die Beachtung der Strukturverhältnisse bei der Entwässerung solcher Moorkomplexe wie Degerö Stormyr, d. h. »See»- oder »Plateau»-Moore (L. von Post 1906, Högbom 1906), wo die Neigung des Bodens öfters gering ist, und Partien mit guter und schlechter Wasserdurchlässigkeit mosaikartig abwechseln. Bei Drainierung von »versumptem Waldboden» und überhaupt untieferen Torfböden ist die Beachtung der Struktur weniger wichtig, weil hier weniger grosse Wassermengen im Torf stagnieren, und auch weil die Struktur meist eine einheitlichere ist. — In der drainierungstechnischen Literatur begegnet man oft Aussprüchen, diametral entgegengesetzt den obigen Sätzen.

Die Drainierung des Degerö Stormyr. In den Jahren 1914 und 1915 wurde teilweise als ein hydrologisches Experiment ein System von Abflussgräben in Degerö Stormyr ausgeführt. (Es sollte entschieden werden, inwieweit ein Abschneiden der Oberflächenwasserzufuhr von Kronmyren die Grundwasserverhältnisse im Versuchsfeld beeinflussen würde.) Die Lage der Abflussgräben geht aus der Fig. 2 (S. 10) und der Vegetationskarte hervor. Dieser ziemlich umfassende Entwässerungsversuch ist jedoch von bemerkenswert geringem Erfolg gewesen. Das Moor ist noch fast so wassergesättigt wie vorher. Die Gründe dazu sind wahrscheinlich:

1. Den terrestrischen Zuflüssen des Moors ist nicht in ausreichendem Masse ein direkterer Abfluss bereitet worden. Beispielsweise ist nichts getan worden, um die Zuflüsse aus Kåtaåsen aufzunehmen und abzuleiten.

2. Die Hauptgräben sind nicht in leicht wasserabgebende Partien verlegt worden. Beispielsweise werden die grossen Grundwasserbehälter in den Altseen nicht von den Gräben berührt, im Gegenteil verlaufen diese in Marginalpartien des Moors mit im allgemeinen sehr schlechter Durchlässigkeit der Torfbildungen.

Verf. teilt (S. 136—137) einen ziemlich detaillierten Entwässerungsplan mit, der die genannten Fehler vermeidet.

Kap. 5. Die Entwicklungsgeschichte des Degerö Stormyr.

A. *Datierungsmethoden.*

Bei chronologischen Moorbodenstudien sind hauptsächlich zwei Methoden verwendbar, eine hypsometrische und eine paläontologisch-stratigraphische. (Direkte Datierungen mit Hilfe archäologischer Funde oder historischer Urkunden sind selbstverständlich selten möglich.) Nach der ersten Methode wird eine Datierung so erreicht, dass man gewisse Niveaus in die — als genügend

bekannt vorausgesetzte — Zeitskala der Landerhebung des Ortes eingepasst. Die Methode ist nur verwendbar för Seen und Moore, die irgendwann in postglazialer Zeit unter dem Meer gelegen sind, gestattet aber in solchen Fällen, ein Maximialter der Süsswasserbildungen zu bestimmen durch Feststellen der Zeit, wo das Moor oder der See vom Meer isoliert wurde. Die zweite der genannten Methoden baut auf das Vorkommen gewisser Leitniveaus, deren Bildungszeit irgendwie bekannt ist oder die wenigstens überall als synchron anzusehen sind. Solche Leitniveaus sind Horizonte, die durch hydrologische und meteorologische Veränderungen verursachte Vegetationsveränderungen wiederspiegeln, oder Niveaus, wo Fossilien von Pflanzen oder Tieren, deren Geschichte genügend bekannt ist, aufzutreten beginnen, dominieren oder verschwinden. Leitniveaus erster Art sind der subatlantisch-subboreale Kontakt Sernanders, dessen Bildung zu etwa 500 v. Chr. gesetzt wird (Sernander 1909), und der diesem entsprechende Grenzhorizont Webers (Weber 1910, S. 160—161, L. von Post 1913). Leitniveaus der zweiten Art sind z. B. die vom ersten Auftreten von Fossilien unserer Waldbäume charakterisierten. Ein solches Niveau ist bei der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung des Degerö Stormyr in grosser Ausdehnung als Hilfsmittel gebraucht worden, und zwar die rationelle Fichtenpollengrenze L. von Posts (1916 b, S. 456). Dagegen ist für unser Gebiet die Verwendung der hypsometrischen Methode ausgeschlossen, da der Moorkomplex oberhalb der »marinen Grenze» liegt, und ein synchroner Grenzhorizont ist im Moorkomplex nicht festgestellt worden (vgl. Kap. 6).

Die pollenanalytische Methode, auf der die Feststellung der Fichtenpollengrenze basiert, besteht, um ihren Urheber, L. von Post (1919 b, S. 166—167) wörtlich zu zitieren, »darin, dass man in einer genügend grossen Zahl von Präparaten einer Probe unterm Mikroskop sämtliche Pollenkörner der Waldbäume, die im Torf bewahrt sind, rechnet. Die Frequenz der verschiedenen Pollenarten wird ausgedrückt in Prozenten der Totalmenge von Baumpollen. Durch graphische Zusammenstellung einer Reihe solcher Analysen aus einer Schichtfolge erhält man Kurven, die die Frequenzveränderungen der Pollenarten durch die Schichtfolge hindurch veranschaulichen. Da man die Zusammensetzung der Pollenflora hauptsächlich als durch die Beschaffenheit des Waldbestandes der ganzen Gegend bestimmt befunden hat, gibt eine solche Pollenkurve die säkularen Veränderungen dieses Waldbestands wieder und zeigt folglich einen im grossen ganzen ähnlichen Verlauf an nahe an einander gelegenen Punkten. Man kann deshalb durch die Pollenkurve benachbarte Schichtfolgen konnektieren, beispielsweise zu einer Schichtfolge, wo Anhaltspunkte für die Datierung fehlen, Datierungen von einer benachbarten überführen.»

Die rationelle Fichtenpollengrenze bezeichne ich als das Niveau, von dem an nach aufwärts die pollenanalytisch bestimmten Frequenzziffern des Fichtenpollens konstant hohe Werte haben, während dem Fichtenpollen unter diesem Niveau fehlt oder nur ganz sporadisch auftritt. Diese Grenze ist sehr ausgeprägt, und ihre Lage kann genau bestimmt werden (vgl. Fig. 37, S. 148; im Profil G 220 liegt sie zwischen 7 und 8 dm, in G 259 zwischen 6 und 7 dm und in G 371 zwischen 16 und 17 dm unter der Oberfläche). Die Schichten oberhalb der

rationellen Fichtenpollengrenze werden im folgenden öfters als a b i e g n, die unter dieser liegenden als p r e a b i e g n bezeichnet.

Der Wert der Fichtenpollengrenze für die absolute Datierung hängt davon ab, wie genau man die Zeit der Einwanderung der Fichte nach dem südlichen Västerbotten angeben kann. Leider sind Spezialuntersuchungen darüber in Västerbotten noch nicht ausgeführt worden. In Ångermanland hat die Fichte nach S e r n a n d e r (1910 b, S. 220) subboreales Alter (Subborealzeit 2 500—500 v. Chr.). In Jämtland fand S a n d e g r e n (1915, S. 35), dass »die Einwanderung der Fichte ungefähr gleichzeitig nach dem östlichen Jämtland und nach Närke stattgefunden haben dürfte». In Närke wanderte sie nach Untersuchungen von L. v o n P o s t (1909, S. 640—641) zu Anfang der Steinkistenzeit ein, d. h. um 2 000 v. Chr. (vgl. weiter L. v o n P o s t 1916, S. 388 und 1918, S. 19). In Hälsingland fand H a l d e n (1917, S. 96), dass »die Einwanderung der Fichte, gerechnet von der Zeit, wo ihr Pollen mit 1 % Frequenz auftritt (mit sukzessiver Steigerung in jüngeren Schichten) bis zu der Zeit, wo die Pollenfrequenz im Isolierungskontakt 30 % erreicht, zwischen B 34 und B 26 fällt» (B 34 und B 26 bezeichnen Zeitpunkte, wo die Uferlinie des bottnischen Meers 34 bezw. 26 m höher als in der Jetztzeit lag). H a l d e n hat weiter in Hälsingland Fichtenpollen in einer Kulturschicht gefunden, die von der Übergangszeit zwischen Ganggräber- und Steinkistenzeit stammt. Wegen Mangels an Daten aus Västerbotten kann die Fichte in den Schichtfolgen des Degerö Stormyr bis auf weiteres, streng genommen, nur zu einer relativen Zeitbestimmung dienen. Jedoch kann man vermuten, dass d i e F i c h t e i n V ä s t e r b o t t e n m i n d e s t e n s d a s s e l b e A l t e r h a t w i e i n Ä n g e r m a n l a n d, a l s o e t w a 4 J a h r t a u s e n d e.

Diskussion der pollenanalytischen Methode und der Tragweite ihrer Ergebnisse. Da Verf. einen sehr ausgedehnten Gebrauch von der pollenanalytischen Methode macht, sieht er sich zu einer Auseinandersetzung über ihre Voraussetzungen und Fehlerquellen veranlasst.

Was v o n P o s t zur Ausbildung der pollenanalytischen Methode veranlasste, war die grosse Schwierigkeit, aus dem Mangel an makroskopischen Fossilien etwas über die Abwesenheit der betreffenden Art zur entsprechenden Zeit auszusagen. Der in grossen Mengen gebildete und ziemlich weit herum in Seen und Mooren sedimentierte Pollen schien weit besser geeignet, ein Bild von der wahren Ausbreitung und Frequenz der Waldbäume zu geben (vgl. v. P o s t 1916 b, S. 435—437). Die Sicherheit, die man der pollenanalytischen Methode anerkennen kann, hängt davon ab, wie getreu die Zusammensetzung der lokalen Baumvegetation zur Zeit der Bildung des Torfs in der fossilen Pollenflora abgespiegelt wird. Man hat mit mehreren Fehlerquellen zu rechnen:

1. *Ferntransport von Pollen.* Der im Torf bewahrte Pollen könnte nicht nur aus der lokalen Vegetation, sondern aus andern, vielleicht weit entfernten Gebieten stammen.

2. *Verschiedene Resistenz verschiedener Pollenarten.* Eine mehr oder weniger vollständige Ausmerzung gewisser weniger resistenter Pollenarten kann stattgefunden haben.

3. *Sortierender Einfluss der Niederschlagsorte.* Vgl. unten.

Zu 1. Durch Untersuchungen von H e s s e l m a n (1919) wurde festgestellt, dass ein Ferntransport von Pollen auf viel grössere Distanzen, als man früher geglaubt hat, vorkommt. Durch diese Untersuchungen (vgl. Original!) wird man voll berechtigt, anzunehmen, dass eine Baumart durch ferntransportierten Pollen in der Pollenflora von Gebieten, wo die Art nicht vorkommt, repräsentiert werden kann. Über die Relation der Menge des ferntransportierten Pollens zu der des lokalen Pollens in den Pollenregen gibt aber die zitierte Untersuchung nicht Aufschluss. Diese Frage haben v o n P o s t (1919) und E r d t m a n (1921) behandelt. Sie kommen durch Vergleich von der Pollenflora in subrezentem Torf und Gyttja mit der Zusammensetzung der jetzigen Waldvegetation zum Schluss, dass »der Pollenregen in seinem allgemeinem Charakter ein deutlich lokales Gepräge hat, indem seine Zusammensetzung an verschiedenen, auch ziemlich nahe aneinander gelegenen Punkten, die lokalen Variationen im Waldbestand des Gebiets wiedergibt, zwar mit einer noch nicht bestimmbaren Schärfe» (v o n P o s t 1919). Verf. hat dieselbe Frage dadurch untersucht, dass er die Pollenregen selbst an verschiedenen Beobachtungsorten auf dem Degerö Stormyr untersuchte. Es wurden Petri-Schalen mit etwa 60 cm^3 Oberfläche mit einem glyzeringetränkten Fliesspapier beschickt und diese Schalen auf einer Unterlage aus Holz auf das Moor ausgestellt. Jede Schale wurde 24

Stunden auf ihrem Platz gelassen und dann gegen eine neue ausgetauscht. Die Beobachtungsorte waren drei:

I *Carex-rostrata*-Moor 300 m S von der Waldhütte (»skogskoja»).
II Heidelbeerreicher Fichtensumpfwald 130 m NNO von der Waldhütte (»skogskoja»).
III Baumbewachsenes *Sphagnum-Russowii*-Zwergstrauchmoor 100 m OSO von der Waldhütte (»skogskoja»).

Die Ergebnisse sind in der Tab. 15, S. 144, wiedergegeben und summarisch in der Fig. 36, S. 145, graphisch dargestellt. Es zeigt sich in den absoluten Ziffern für Kiefern- und Birken-Pollen ein deutlich lokales Gepräge des Pollenregens, nicht aber in den Ziffern für Fichte. Dabei ist zu bemerken, einmal dass der Birkenpollen wohl fast ausschliesslich von *Betula nana* stammt (nicht von Pollen von *Betula alba* zu unterscheiden!) und dann, dass die Fichte sehr schwach, die Kiefer aber ziemlich gut, im betreffenden Jahr in der Gegend von Degerö Stormyr blühte. Man sieht aber auch, wenn man die prozentualen Ziffern (Fig. 36) betrachtet — und eben diese sind es ja, die in den gewöhnlichen Pollenkurven figurieren — wie irreführend diese unter Umständen sein können. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von Fichten- und Kiefernpollen ein paar Wochen vor den Aufblühen dieser Bäume in der Gegend (vgl. die Bemerkungen in halbfettem Druck in der Kolonne rechts in der Tab. 15; »Börj. gran. blomma» = Aufblühen der Fichte, »Börj. tallen blomma mera allmänt» = allgemeineres Aufblühen der Kiefer. In den Wäldern um Degerö Stormyr lag Schnee noch am 17. Mai). Dieser Pollen muss ferntransportiert sein, und über bedeutende Distanzen, vielleicht 700—1 000 km. Im Jahre 1919, wo die Versuche ausgeführt wurden, begann nach Mellström (1919) im südlichen Schweden die Fichte zu blühen um den 20. Mai und die Kiefer um den 25 Mai.

Nach all dem Angeführten können Spuren von Pollen einer Baumart im Torf nicht als einen Beweis dafür herangezogen werden, dass die betreffende Baumart im Gebiet vorgekommen ist zur Zeit der Bildung des Torfs. Dagegen dürften die hohen Pollenprozente, die die Fichte von der rationellen Fichtenpollengrenze an und weiter aufwärts aufweist, zeigen, dass die Fichte wirklich während dieser ganzen Zeit im Gebiet gemein gewesen ist. Dass dis Fichtenpollengrenze so scharf markiert ist deutet einmal daraufhin, dass die Einwanderung der Fichte in das Gebiet in sehr schnellem Tempo stattgefunden hat, und liefert gleichzeitig eine sehr kräftige Stütze der Ansicht, dass die Fichtenpollengrenze in allen Teilen des Moorkomplexes wirklich synchron ist.

Zu 2. Soviel Verf. weiss, liegen über diese Frage keine Untersuchungen vor. Nach allem zu urteilen, werden die meisten Pollen bei uneingeschränkter Sauerstoffzufuhr und wechselnder Feuchtigkeit sehr schnell zerstezt. Trotz der reichen Pollenimprägnation sind die Rohhumusschichten unsrer Wälder ziemlich pollenfrei. Der Espenpollen scheint viel unbeständiger als die Mehrzahl der Baumpollen zu sein, denn er scheint durchgehend in Torf- und Gyttjabildungen zu fehlen. Die Unterschiede zwischen den übrigen Pollenarten scheinen ziemlich klein zu sein.

Zu 3. Niederschlag des Pollens auf einer freien Wasserfläche. Das Schicksal des Pollens, das im Frühjahr in grossen Mengen die Seen und Gewässer bestäubt, muss sich vielfach verschieden gestalten je nach der Schwimmfähigkeit des Pollens. Der Pollen sämtlicher schwedischer Laubbäume entbehrt, wie sich Verf. durch Versuche überzeugt hat, der Schwimmfähigkeit. Der Pollen der Fichte und Kiefer dagegen hält sich grösstenteils sehr lange auf der Oberfläche schwimmend und kann bevor er endlich hinuntersinkt vom Wind und Wellenschlag weit von dem ursprünglichen Niederschlagsort befördert werden. Er sammelt sich in grossen Mengen an den Ufern, in kleinen Buchten u. s. w., wo er sedimentiert und grösstenteils schnell zersetzt wird. Es geschieht also eine umfassede Sortierung des Pollens in Laubbaum- und Nadelbaumpollen. Verf. hat Unterschiede in der zu erwartenden Richtung zwischen der in den zentraleren Teilen der Altseen und der näher an den Ufern gebildeten Gyttja gefunden; vgl. die Pollenkurven Fig. 37, S. 148. Die aus Pollenanalysen limnischer Bildungen konstruierten Pollenkurven spiegeln also nicht unbedingt die Zusammensetzung der ehemaligen Pollenregen wieder, und Konnektionen nach Pollenkurven aus limnischen Bildungen sind unsicher und können leicht irreführend sein.

Niederschlag des Pollens auf Moorboden. Der fossile Pollen in Cyperaceenmoortorf und der in *Amblystegium*-, Dy- und Sumpfwaldtorf haben meistens ein verschiedenes Aussehen. Jener ist im allgemeinen gut bewahrt, dieser ist öfters zerfetzt und geschrumpft. Auch die Pollenmenge in den verschiedenen Arten von Torf ist verschieden. Im Cyperaceentorf findet man gewöhnlich viel, in den andern genannten Torfarten wenig Pollen. Die Torf-

arten der Zwergstrauchmoore nehmen eine Zwischenstellung ein; einige sind reich, andere arm an Pollen. Was ist die Ursache zu diesen Unterschieden? Liegt sie in der Bildungsgeschwindigkeit des Torfs? Die Cyperaceentorfe müssten dann langsamer als die andern, pollenärmeren, Torfe gebildet sein. Das ist aber nicht der Fall (vgl. die Profiltafel I und II). Verf. sieht vielmehr die Ursache in den strukturellen Verschiedenheiten der Torfe. Von dem Pollen, der auf die Oberfläche eines Moors fällt, wird voraussichtlich nur ein ganz geringer Teil bewahrt, und zwar nur die Pollenkörner, die genügend schnell tiefe, sauerstoffarme, »konservierende» Niveaus erreichen. Die Bedingungen für das Niedersinken auf solche Niveaus müssen daher für die Aussichten einer gegebenen Pollenart, bewahrt zu werden, von grosser Bedeutung sein.

Um das Niedersinken von Pollen in verschiedenem Torf zu studieren wurden Versuche mit Ausstreuen von *Lilium-bulbiferum*-Pollen gemacht (diese Pflanze wird in der Gegend nicht gebaut). Der Pollen wurde in dicker Schicht auf je $^1/_2$ dm^2 der natürlichen Mooroberfläche ausgestreut und dann wurde mit 300 cm^3 Wasser bewässert. Nach einer Woche wurden Proben von den bestreuten Stellen genommen und pollenanalytisch untersucht. Es ergab sich, dass ein Niedersinken vor allem in den Cyperaceen- und Zwergstrauchmooren geschieht, dagegen keine in den Dysümpfen. Im eigentlichen Torf oder Torfdy wurde niemals ein Niedersinken beobachtet, nur innerhalb der Förnaschicht (bis zu 6 cm in den untersuchten Fällen; Förnaschicht an den untersuchten Punkten bis zu 10 cm mächtig). Die Ergebnisse geben, zusammengestellt mit den Beobachtungen (vgl. oben, Kap. 2 E) über Wasserstand und Sauerstoffgehalt, eine natürliche Erklärung des verschiedenen Pollenreichtums und Bewahrungszustandes des Pollens in den verschiedenen Moortypen. Da also ein verschiedener Prozentsatz des auf die Moorfläche gefallenen Pollens in verschiedenen Moortypen bewahrt wird, kann man selbstverständlich keine Schlüsse aus den absoluten Pollenmengen im Torf ziehen, sondern muss prozentuale Frequenzzahlen verwenden, so wie man es auch tut. Das Bild, das die prozentualen Zahlen geben, ist aber schon aus rein statistischen Gründen mit Reservation zu betrachten (vgl. Fig. 36, S. 145, und Hesselman 1916, S. 391). Weiter aber ist es denkbar, dass eine Sortierung des Pollens bei dem Niedersinken geschieht, indem kleine Pollenkörner (z. B. Birken- und Erlenpollen) leichter, schneller oder öfter an konservierende Niveaus gelangen als grosse. Um zu sehen, inwieweit eine solche Sortierung eine Rolle spielt, hat Verf. eine Reihe von nahe aneinander gelegenen, aber aus verschiedenen Förnatypen hervorgegangenen Profilen pollenanalytisch untersucht. Das Mittel der in Schichten oberhalb der rationellen Fichtenpollengrenze gefundenen Pollenprozente für jede verschiedene Pollenart wurde für jedes Profil errechnet, und diese Mittelwerte miteinander verglichen (vgl. S. 151). Es zeigte sich eine überraschende Übereinstimmung unter den verschiedenen Profilen. Die Sache ist natürlich damit nicht geklärt, es scheint jedoch dass die betreffende Fehlerquelle nicht so gefährlich sei wie man vermuten könnte. Trotz der oben referierten Reservationen glaubt Verf. dass es jedenfalls berechtigt sei, der sehr markierten, rationellen Fichtenpollengrenze einen hohen Wert als Leitniveau zuzusprechen.

B. *Die Geschichte des Moorkomplexes.*

Degerö Stormyr in preabiegner Zeit. Das Entweichen des Binneneises von der Gegend des Degerö Stormyr geschah nach den zugänglichen Daten (vgl. Andersson & Birger 1912, S. 145, Sandegren 1915) wahrscheinlich vor 7 bis 8 Jahrtausenden. Die Gegend um Degerö Stormyr war damals eine Insel im Bottnischen Meer (vgl. die Karte Fig. 38, S. 153, und oben, Kap. 1). An der Stelle des jetzigen Moorkomplexes fanden sich dessen Anfänge, eine Anzahl untiefer Seen, die die Mulden zwischen den Moränenwällen einnahmen. Die Seen entbehrten meist Bachverbindungen, müssen aber statt dessen Grundwasserverbindungen durch die von grobem Material aufgebauten, trennenden Moränenwälle hindurch gehabt haben (Endmoräne). Das Überflusswasser floss von diesen Seen teils durch Vargstubäcken, teils als Grundwasser durch die Senken in der Felsenbarriere, die den Moorkomplex gegen Norden und Nordwesten begrenzt (SO und NW von Flakatjälen im Gebiet des jetzigen Versuchsfeldes — »försöksfält» auf der Karte — und in der Partie, wo Vargstubäcken fliesst). Die Flora, die das Land besiedelte, war

nach den Fossilbefunden gleich anfangs von temperierter Art. Die ersten Wälder bestanden zum grossen Teil aus Kiefer und Birke (vgl. die Pollen-Diagramme Tab. 16, S. 156; auch zahlreiche makroskopische Birken- und Kiefernreste). Früh traten auch die Erle und *Salices* auf. Pollen von Ulme, »Eiche», Linde und »Hasel» werden von früher preabiegner bis ein Stück in die abiegne Zeit hinein getroffen, gwöhnlich jedoch nur in Frequenzen von weniger als 1 %. Auch Pollen von Fichte wird sporadisch in älteren wie in jüngeren preabiegnen Schichten getroffen.

Es ist nicht möglich, Pollen der Eiche von dem der *Viola palustris* zu unterscheiden, und Haselpollen kann nicht sicher vom Pollen der *Myrica gale* unterschieden werden; daher die Zitationszeichen um diese Namen. Ob der Pollen der edlen Laubbäume und der Fichte aus vereinzelten im Gebiet wachsenden Individuen stammt oder ob er ferntransportiert ist, kann z. Z. nicht entschieden werden. Makroskopische Reste edler Laubbäume und der Hasel sind trotz vielen Suchens noch nicht in den Schichtfolgen des Moors gefunden worden, und makroskopische Reste von Fichte nur in abiegnen Schichten. Andrerseits ist durch makroskopische Funde an nicht weit südlich von Degerö Stormyr gelegenen Orten bewiesen, dass die Hasel und die edlen Laubbäume ehemals eine grössere Ausbreitung in Norrland als in der Jetztzeit gehabt haben.

Die Waldverhältnisse um Degerö Stormyr herum sind, nach den Pollenkurven (vgl. Tab. 16, S. 156, und Fig. 37, S. 148) zu beurteilen, bemerkenswert gleichförmig in der ganzen preabiegnen Zeit gewesen.

Die erste Phanerogamenflora in den Altseen hatte vollständig denselben Charakter wie die jetzige in Storkåtatjärnen. (Gürtel von *Carex-rostrata-*, *Phragmites-* und *Equisetum-limosum*-Vereinen, im tieferen Wasser *Nuphar, Potamogeton, Sparganium*). Ein reiches Tierleben (Crustaceen, Rhizopoden, Spongien, Insekten, vermutlich auch Fische) war vorhanden. Die Diatomeenflora (vgl. S. 99) stimmt nach Angabe von Dr H a l d e n sehr nahe mit der jetzigen lappländischen überein.

Bald kamen aber *Sphagna* von *Cuspidatum-* und *Palustre*-Typus ein, deren wie Eisbrücken auf dem Wasser schwimmende Matten die Wasserflächen zu überspinnen begannen. Es wurden so bedeutende Partien der Seen in Cyperaceenmoore verwandelt. Durch Analyse von preabiegnem »Cyperaceen-*Sphagna-Palustria-Sphagna-Cuspidata*-Torf», der aus Cyperaceen-Moor hervorgegangen ist, hat sich ergeben, dass diese Cyperaceen-Moore dieselbe Zusammensetzung wie die jetzigen gehabt haben dürften. Etwa gleichzeitig mit der Ansiedlung der Vegetation in den Seen fand sich eine torfbildende Vegetation in den Bächen und um die Quellen herum ein. W a h r s c h e i n l i c h waren es in den Bächen, wie in der Jetztzeit in Kåtatjärnsbäcken und Vargstubäcken, reine *Carex-rostrata*-Vereine und *Carex-rostrata*-Moore, und um die Quellen herum Sümpfe und wohl auch *Sphagnum-Warnstorfii*-Moore oder ähnliche Vereine.

Die aus der Vegetation hervorgegangenen Torf- und Gyttjabildungen in Seen und Bächen erschwerte den Wasserabfluss (vgl. Kap. 4 C), der Wasserstand wurde höher, ein Teil des zufliessenden Wassers musste sich nach den Seiten ausbreiten. Die anfangs unversumpften Ufer der Seen wurden überschwemmt, von moorartiger Vegetation eingenommen und allmählich in Moor verwandelt. Die die Seen, Bäche und Quellengebiete erfüllenden Torfbildungen beeinflussten auch den Abfluss des von dem unversumpften Boden kommenden oberflächlicheren Grundwassers. Die Grundwasserströme wurden partiell aufgestaut, das Wasser fand neue, höher gelegene Ausströmungsstellen als zuvor, am oberen Rand der stauenden Torfdecke. Es setzte mit einem Wort R a n d-

versumpfung ein (vgl. Kap. 4 C). Die den randversumpften Boden besiedelnde Vereine waren meist Zwergstrauchmoore, Sumpfwälder und Sümpfe, letzteres an Stellen grösseren Wasserreichtums, wie am Fuss von Kåtaåsen. Sehr lehrreiche Beispiele dafür, wie die Moorbildungen an den Hängen hinaufgeklettert sind und die Mündungsstellen der Quellen verschoben haben, finden sich namentlich in Skomakareängen, Källängen und Fredagsängen. Die Entwicklung der Zwergstrauchmoore auf dem randversumpften Boden war wahrscheinlich dieselbe wie in der Jetztzeit. Die Zusammensetzung und Entwicklung der preabiegnen Sumpfwälder haben nicht im einzelnen erforscht werden können. Die wichtigsten Baumarten waren jedenfalls nach vielen makroskopischen Fossilfunden Kiefer, Birke und Erle. Die normale Entwicklung der Cyperaceenmoore wurde schon in preabiegner Zeit vielfach durch Strang- und Flarkbildung unterbrochen (z. B. in Strängmyren und Stormyren, vgl. G 977, Profil C—D) und eine Sukzession von Sumpf oder Cyperaceenmoor zu *Fuscum*-Zwergstrauchmoor kam schon vor (vgl. z. B. G 28, Profil J—K).

Die Verlandung der Seen schreitet in preabiegner Zeit bemerkenswert weit vor. Von den Seen sind z. Z. der Einwanderung der Fichte eigentlich nur Storkåtatjärnen und Partien des Kronmyr- und des Storlundsmyr-Altsees übrig. Die verschiedenen Seengebiete wurden also schon in preabiegner Zeit durch Moorbildungen verbunden. Die Gestalt des Moorkomplexes bei dem Übergang von preabiegner zu abiegner Zeit hat Verf. in der folgenden Weise zu rekonstruiren versucht.

Es wurden an zahlreichen Stellen, besonders in der Randzone des Moors, bestimmte Profillinien entlang und mit 5 oder 10 m Intervall Proben des direkt auf der Moräne lagernden Torfs genommen und pollenanalytisch untersucht. Die Proben wurden entweder durch Graben oder mittels eines Bohrers nach Hiller genommen. Die Uferlinie zur betreffenden Zeit wurde in die Mitte zwischen zwei benachbarten Punkten verlegt, von denen der eine Fichtenpollenzahlen abiegner Grösse, der andere keinen oder nur Spuren von Fichtenpollen in der Tiefenprobe zeigte (vgl. Fig. 40, S. 160). Nach der gefundenen Höhenlage der Uferlinie an den direkt bestimmten Punkten konnte die Uferlinie mit Kenntnis der Bodenkonfiguration des Moors dazwischen eingezeichnet werden. Fast durchgehend hat es sich als sehr leicht erwiesen, die abiegne oder preabiegne Natur der Tiefenproben zu entscheiden. In komplizierteren Fällen wurde so verfahren, wie Fig. 41, S. 162, zeigt. Wie man sieht, stützen die verschiedenen Beobachtungen einander, und Widersprüche treten nicht auf. Die Kontur der Altseen zur betreffenden Zeit wurde durch Pollenanalysen aus der Kontaktzone zwischen Gyttja und Torf bestimmt.

Die wie beschrieben errichtete Karte über die wahrscheinliche Gestalt des Moorkomplexes zur Zeit der Einwanderung der Fichte ist in Fig. 39, S. 159, wiedergegeben.

Degerö Stormyr in abiegner Zeit. Zu Beginn der abiegnen Zeit muss die Landhebung soweit vorgeschritten sein, dass die Gegend nicht mehr eine Insel bildet, sondern mit dem norrländischen Festland in Verbindung steht. Die Wälder im Gebiet werden nach den Pollenkurven und zahlreichen makroskopischen Fossilfunden hauptsächlich aus Kiefer, Fichte und Birke gebildet. Auch die Erle kommt vor, aber in niedrigerer Frequenz. Weiter sind, wie schon erwähnt, einzelne Pollen aus Ulme, Linde, »Eiche» und »Hasel» und ein

einziger Pollen von Hainbuche (nahe 330, Profil C—D, 1 m unter der Oberfläche) in älteren abiegnen Schichten gefunden worden. In jüngeren Schichten (Tiefen von 0 bis 25 cm) ist dagegen kein Pollen edler Laubbäume oder Hasel angetroffen worden.

Die Verlandung der Seen setzt in abiegner Zeit fort, und die Zwergstrauchmoore und Sumpfwälder bekommen eine grössere Ausdehnung. Der Zuwachs des Moors nach den Rändern hin ist jedoch in abiegner Zeit langsamer gewesen als in der früheren Periode. Das Areal des Moors innerhalb des Fig. 39 kartierten Gebiets einschliesslich der Seen war:

Bei dem Abschmelzen des Binneneises (vor etwa 7 bis 8 Jahrtausenden)	*Minimum*	71 *hektar*
	approx. Max	80 »
Bei der Einwanderung der Fichte (vor etwa 4 Jahrtausenden) etwa		260 *hektar*
In der Jetztzeit		324 »

Die Minimumziffer 71 hat entspricht den Gebieten mit Gyttja in der Tiefenschicht (Fig. 27, S. 95), die approximative Maximumziffer 80 hat ist das Areal der Gebiete, wo Stubben oder andre sedentäre Fossilien von Waldbäumen nicht direkt auf der Moräne angetroffen worden sind. Das Areal z. Z. der Einwanderung der Fichte ist der Karte Fig. 39, S. 159, entnommen.

Der Zuwachs des Moors gegen die Ränder hin, in Prozenten des jetzigen Areals, ist also gewesen:

In preabiegner Zeit (3 bis 4 Jahrtausende)	*Maximum*	58 %
	appr. Min.	$55\frac{1}{2}$ %
In abiegner Zeit (etwa 4 Jahrtausende)	*etwa*	$19\frac{3}{4}$ %

Wie aus der Karte Fig. 39 hervorgeht, ist der Zuwachs in verschiedenen Partien des Moors verschieden gross gewesen. Ein besonders grosser Zuwachs hat im Gebiet des Versuchsfeldes, ein sehr kleiner in dem südlichen Teil des Komplexes stattgefunden.

Der meist geringe Vermoderungsgrad der abiegnen Bildungen erlaubt vielfach eine genaue Rekonstruktion der abiegnen Moorassoziationen und ihrer Sukzession. Speziell gilt dies den Cyperaceenmooren. An den Rändern der Seen treten als erste Cyperaceenmoorgesellschaft *Carex-rostrata*-Moore auf, in denen ausser den gewöhnlichen Konstituenten eine Anzahl von Kräutern, wie *Cicuta virosa* und *Menyanthes trifoliata,* auftreten. Diese Vereine werden von *Scirpus-austriacus*-Mooren oder an gewissen Stellen (vgl. Profil E—F, G 259, G 371 und G 441) von *Eriophorum-vaginatum*-Moor abgelöst. Der aus Zwergstrauchmoor hervorgegangene Torf ist vielfach hochhumifiziert und die Sukzessionen hier deshalb weniger leicht und sicher festzustellen. Jedoch ist an mehreren Stellen konstatiert worden, dass in den Randzonen des Moores Waldboden mit zerstreuten *Sphagnum-acutifolium-* und *Polytrichum-commune*-Polstern in baumbewachsenes *Sphagnum-Russowii*-Moor und dieses in baumbewachsenes *Sphagnum-fuscum*-Moor übergegangen ist. Die Entwicklung kann auch direkt von Wald mit einzelnen *Sphagnum-* und *Polytrichum*-Polstern zu baumbewachsenem *Fuscum*-Moor gehen. Die Sukzessionen der Sumpfwälder sind nicht studiert worden. An gewissen Stellen (z. B. um Slukbäcken herum, Pr. J—K) haben Sumpfwälder Seggenmoore abgelöst. Die Sümpfe sind meist bemerkenswert sta-

bil gewesen. Die *Amblystegium*-Torfbildungen vor den Quellen in Skomakareängen und Källängen haben beispielsweise genau dieselbe Zusammensetzung und Struktur von früher preabiegner Zeit bis in die Jetztzeit.

Die Unterschiede im Humifizierungsgrad zwischen den preabiegnen und abiegnen Bildungen und zwischen den zentralen und peripheren Teilen der Altseen stellt Verf. in Zusammenhang mit Unterschieden in der Sauerstoffzufuhr. Wie schon an verschiedenen Stellen erwähnt, sind preabiegne Bildungen durchschnittlich mehr vermodert als abiegne, und der Vermoderungsgrad nimmt in den Bildungen innerhalb der Altseen von den Rändern nach dem Zentrum hin ab. Die Tiefenschichten in Torfbildungen auf randversumpftem Boden bestehen fast durchgehend aus Torfdy. An Hand der Wasseranalysen von Hesselman (1910) und Verf. kann man behaupten, dass der Sauerstoffgehalt des Wassers in den Altseen anfangs gross war. Parallel mit der Torfbildung und der Vermehrung des Humusgehalts des Wassers nahm der Sauerstoffgehalt im Wasser ab. Dazu trug auch das Überspinnen der freien Wasserfläche durch die schwimmenden *Sphagnum*-Matten bei, wodurch die sauerstoffabsorbierende Fläche im Verhältnis zum Volumen vermindert und die Bewegungen des Wassers im See herabgesetzt wurden. Der Torf in den zuletzt verlandeten Partien eines Altsees ist immer nur schwach vermodert. Dagegen sind die tiefsten Schichten auf randversumpften Boden immer stark vermodert, mögen sie alt oder jung sein. Später an diesen Stellen gebildeter Torf wird weniger vermodert in demselben Masse wie seine Bildungsstätte in offenerer Verbindung mit dem sauerstofffreien Grundwasser des Moors kommt.

Parallel dem Anwachsen der Gyttja- und Torfbildungen hat sich der allgemeine Grundwasserstand in den Moränen des Gebiets erhöht, infolge des allgemein erschwerten Abflusses. An den halbschematischen Profilen Fig. 42, S. 166 wird gezeigt, wie Verf. sich den Verlauf dieser Erhöhung während der Entwicklung des Moors denkt. Die Niveaus im Profil I sind an Hand der hydrologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen des Verfassers gezeichnet, die im Profil II nach Beobachtungen über den Grundwasserstand und dessen Schwankungen auf dem Versuchsfeld.

Die Ursache des verschieden grossen Zuwachses des Moors in preabiegner und abiegner Zeit sieht Verf. darin, dass verschiedene Versumpfungsarten in den verschiedenen Epochen die dominierenden gewesen sind. In preabiegner Zeit haben Überschwemmungsversumpfungen dominiert. In abiegner Zeit sind diese von weniger grossem Einfluss gewesen, weil die Verlandung der Seen im grossen ganzen in preabiegner Zeit abgeschlossen war, und ein Stabilisieren der Drainierungsbahnen des Moors dadurch eintrat. Dieses Stabilisieren hängt seinerseits damit zusammen, dass der zuletzt gebildete Torf wenig vermodert ist, und sich infolge seiner Lage so erhält. In abiegner Zeit sind die wirkenden Versumpfungsprozesse in der Hauptsache Randversumpfung und Überrieselungsversumpfung gewesen.

Kap. 6. Das postglaziale Klima im Küstengebiet Västerbottens nach den Zeugnissen der Torfbildungen des Degerö Stormyr.

Seit lange gehören die Torfmoore zu den am meisten verwendeten und dankbarsten Objekten bei der Erforschung des Klimas vergangener Zeiten, was

einerseits mit dem grossen Konservierungsvermögen der Moorbildungen für Fossilien, andrerseits mit der Empfindlichkeit der Moore für Änderungen in der Wasserbilanz zusammenhängt.

Die in den ältesten Schichten in Degerö Stormyr erhaltenen Fossilien liefern eine neue Bestätigung der seit langem bekanntem Tatsache, dass die Temperatur gleich nach dem Zurückweichen des Binneneises in Västerbotten relativ hoch gewesen ist (Kiefer, Birke, Erle). Wie die Temperaturverhältnisse in den folgenden Zeiten sich gestaltet haben, ist schwer im einzelnen nach den Fossilfunden in Degerö Stormyr zu entscheiden. Durch Funde makroskopischer Reste »wärmefordernder» Arten in andern Teilen Västerbottens und in Ångermanland) wie aus andern pflanzengeographischen Gründen) darf es jedoch als ziemlich sicher betrachtet werden, dass die Temperaturverhältnisse in preabiegner und früher abiegner Zeit günstiger als in der Jetztzeit gewesen sind. Es ist schwer, eine andere genügende Erklärung zu der (sich auch in der Pollenflora des Degerö Stormyr abspiegelnden) Tatsache zu finden, dass die edlen Laubbäume und die Hasel in Norrland in preabiegner und früher abiegner Zeit verbreiteter als jetzt waren (vgl. weiter G. Andersson 1902, 1909, Andersson & Birger 1912, Fries 1913, Halden 1917, Samuelsson 1915, Sandegren 1916, Sernander 1910 b und 1917, Smith 1920). Was im speziellen die klimatischen Verhältnisse der Gegend von Degerö Stormyr betrifft, muss auch an die Lage am offenen Meer in früher preabiegner Zeit gedacht werden. (Gegenwärtig hat von den beiden auf derselben Breite liegenden Orten Bjurholm und Umeå der erstere, der 50 km weiter von der Küste als der zweite entfernt ist, eine um 1 ° C niedrigere Jahresmitteltemperatur.)

Was die Niederschlagverhältnisse früherer Zeiten betrifft, so ist es schwieriger, diese an Hand der Schichtfolgen zu beurteilen als sich nach Fossilfunden über die Temperatur zu äussern. Es hängt dies damit zusammen, dass es schwer zu sagen ist, inwieweit in jedem Fall die Verlangsamung oder Beschleunigung der Versumpfungsprozesse oder auch solche Strukturen, die Änderungen im Wasserstand anzeigen, von Änderungen der Zufluss- oder der Drainierungsverhältnisse entstanden sind. Wegen des Umstands, dass Degerö Stormyr vornehmlich atmosphärisches Wasser empfängt, scheint dieser Moorkomplex recht geeignet, um die Veränderungen im Niederschlag in postglazialer Zeit zu studieren. Verf. hat es auch als eine nicht unwesentliche Aufgabe betrachtet, nachzuforschen, inwieweit die im südlichen und mittleren Schweden wie in südlicheren Ländern gefundenen Anzeichen postglazialer Niederschlagschwankungen in den Schichtfolgen des Degerö Stormyr wiederzufinden sind. Die Perioden, die man unterschieden hat, sind in der Tab. 17 (S. 170) zusammengestellt (vgl. weiter Gams und Nordhagen 1923).

Die Untersuchungen haben indes ergeben, dass irgendwelche deutlichere Zeichen solcher Niederschlagschwankungen nicht in Degerö Stormyr zu spüren sind. Untersucht man z. B. die Torfbildungen an Stellen, wo stärkere Grundwasserströme hervorbrechen, wie am Fuss von Kåtaåsen, findet man, dass die jüngeren wie die älteren Schichten dieselbe Zusammensetzung und denselben Vermoderungsgrad haben (vgl. Pr. C—D, G 1180). Die Zufuhr von atmosphärischem Wasser zu Kåtaåsen hat also wenigstens ausgereicht, um die Quellen zu erhalten. Irgendwelche synchrone über den ganzen Moorkomplex bemerkbare Diskontinuitäten im Höhenzuwachs der Torfbildungen sind nicht zu be-

obachten. Zwar findet man oft in den Marginalpartien des Moors, z. B. in den Zwergstrauchmooren auf Strängmyren und Kronmyren (vgl. die Profiltafel I und II) Schichtfolgen mit einem messerscharfen Kontakt zwischen Torfdy und überlagerndem nur schwach vermodertem Torf. Wenn aber die Fichtenpollengrenze synchron ist, kann dieser Kontakt es nicht überall sein, denn die Fichtenpollengrenze liegt bald im Torfdy, bald im Torf (ersteres z. B. Pr. E—F, G 20, G 140; Pr. A—B, G 30, G 100; letzteres z. B. Pr. E—F, G 507). Auch würde die Austrocknung während einer früheren Periode, falls eine solche vorgekommen ist, sich innerhalb der Altseegebieten bemerkbar gemacht haben, was nicht der Fall ist. Im Gegenteil zeigen die Torfbildungen in den Altseegebieten einen sehr gleichförmigen Zuwachs (vgl. Pr. E—F, G 371, Pr. G—H, G 190). Endlich sei nochmals hervorgehoben, dass der horizontale Zuwachs des Moorkomplexes in abiegner Zeit verhältnismässig sehr gering gewesen ist, was man nicht erwarten sollte, falls die Niederschlagverhältnisse, die nach der herrschenden Auffassung grosse Gebiete der zentraleren Teile Europas in der betreffenden Zeit gekennzeichnet haben (vgl. Sernander 1917), gleichzeitig in Västerbotten ihr Gegenstück gehabt hätten.

Efterord.

När kapitlet 2 i denna avhandling redan förelåg i korrektur har ett större arbete av H. Osvald vid namn »Die Vegetation des Hochmoores Komosse. — Svenska Växtsociologiska Sällskapets Handlingar. I. Uppsala 1923», utkommit. Som Osvalds i Komosseavhandlingen använda nomenklatur för myrmarkernas växtsamhällen i hög grad avviker från min (se sid. 20—21) har det av kostnads- och utrymmesskäl ej varit möjligt att i de redan uppsatta synonymförteckningarna kunna medta Osvalds nomenklatur; jag har i stället beslutat mig för att meddela densamma i ett särskilt efterord.

Cyperacé- och örtmossar benämnes av Osvald *torfmoosreiche Kraut-Grasgesellschaften* (*Sphagno-paludiherbosa*), vilka i sin tur inrangeras under *Kraut-Grasmoore, »kärr», Paludiherbosa.*

Mossrika cyperacé- och örtkärr benämnas av Osvald *moosreiche Kraut-Grasmoore, Eubryo-paludiherbosa* inom gruppen *Kraut-Gras-moore, »kärr», Paludiherbosa.*

Dykärr benämnas av Osvald *nackte Grasmoore, Nudo-paludiherbosa* inom gruppen *Kraut-Grasmoore, »kärr», Paludiherbosa.*

Rismossar benämnas av Osvald *torfmoosreiche Zwergstrauchgesellschaften, Sphagno-nanolignosa.*

Lavhedar på myrmark benämnas av Osvald *flechtenreiche Zwergstrauchgesellschaften, Licheno-nanolignosa.*

Mosshedar på myrmark benämnas av Osvald *moosreiche Zwergstrauchgesellshaften, Eubryo-nanolignosa.*

Trädbevuxna cyperacé-örtmossar benämnas av Osvald *torfmoosreiche Kraut-Gras-Laubwälder* & *torfmoosreiche Kraut-Gras-Nadelwälder.*

Trädbevuxna rismossar benämnas av Osvald *torfmoosreiche Zwergstrauch-Nadelwälder.*

Detta blad torde benäget inläggas eller inhäftas i Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt h. 19 efter sidan 451.

Es wird gebeten, dies Blatt in das Heft 19 der Mitteilungen der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens nach der Seite 451 hineinzulegen oder einzuheften.

Rättelser till uppsatsen »Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran».

Berichtigung zum Aufsatz »Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte».

Sida 21, 425 rad 22 uppifrån står »kurvor», läs: barrprov.

Sida [4] 408, [5] 409, [21] 425, [25] 429, [26] 440, [27] 431: »*Alectoria Fremontii*» ändras överallt till svart skägglav,

Det av mig för bestämningsändamål insamlade materialet av svartlav bestämdes på sin tid av den rådfrågade lavspecialisten till *Alectoria Fremontii* Tuckerm. På min begäran har lektor MALME godhetsfullt än en gång granskat samma material och härvid funnit att det tillhör arten *Alectoria chalybæiformis* L. Wainio. Den föregående bestämningen utfördes i lampljus, därav misstaget (skillnaden mellan arterna ligger i sorediernas färg, som är gul hos »*Fremontii*», gråvit hos *chalybæiformis*). Att utan vidare döpa om min »Fremontii» till chalybæiformis låter sig emellertid ej göra, då även den verkliga *Fremontii* finns i de trakter, där jag arbetat. (Alla svartlavsprov som av dr MALMSTRÖM insamlats på Kulbäcksliden ha av doc. G. E. DU RIETZ bestämts till *A. Fremontii*.) Docent DU RIETZ har benäget meddelat mig, dels att än den ena arten, än den andra dominerar inom olika områden i Norrland, dels att något lämpligt latinskt kollektivnamn (analogt med t. ex. artnamnet *Betula alba L.*) ej finnes, som omfattar de ifrågavarande svarta Alectoria-arterna. Jag har då måst tillgripa ett svenskt kollektivnamn.

LARS-GUNNAR ROMELL.

Der Name »Alectoria Fremontii» sollte überall in meinem Aufsatz zu »schwarze Bartflechte» geändert werden. Mein zu Bestimmungszwecken eingesammeltes Material ist *Alectoria chalybæiformis*, nicht *Fremontii*, wie fehlerhaft angegeben. In den Gegenden, wo ich gearbeitet habe, ist aber auch die wahre *Fremontii* (nach anderen sicheren Bestimmungen) häufig. Bei der grossen biologischen Ähnlichkeit der beiden Arten ist ein Kollektivname erwünscht, ja nötig, aber keines der lateinischen Kunstwörter der Systematiker ist dazu brauchbar (nach gef. Angabe von dem Flechtenspezialisten, Herr Dozent G. E. DU RIETZ).

LARS-GUNNAR ROMELL.

IVAR TRÄGÅRDH

MÅL OCH MEDEL INOM SKOGS-ENTOMOLOGIEN.[1]

En av de viktigaste sanningar, som den modärna biologiska forskningen påvisat, är det intima samband, som råder mellan allt levande. Varje varelses tillvaro och livsyttringar gripa in i en mängd andra varelsers, och en ständig växelverkan äger rum i olika riktningar. Man kan därför med fullt fog använda den bilden, att varje varelse utgör en liten maska i livets stora väv, från vilken trådar utgå åt olika håll, så att minsta ryckning i en del av nätet fortplantas vidare i olika riktningar.

Vart vi vända våra blickar, se vi huru den ena företeelsen griper in i den andra. Ett klassiskt exempel härpå har anförts av professor J. A. THOMSON (s. 93). Han påpekar att om man kastar ormbunkar i en sjö, så har detta visat sig ha en stimulerande inverkan på fisken. Detta beror därpå att bakterierna härigenom få rikligare föda och tilltaga i antal, varigenom näringstillgången högst väsentligt ökas för infusionsdjuren, och genom bådas exkretionsprodukter stimulera algvegetationen. Infusionsdjur och alger förtäras i sin tur av små mikroskopiska kräftdjur, som i sin ordning bli föda åt småfiskar, vilka återigen slukas av större fiskar. Och på detta sätt finnes det ett sammanhang mellan ormbunkarna och vår frukost.

Icke minst i skogen se vi, huru denna växelverkan ständigt manifesterar sig, och detta torde nog inses av flertalet skogsmän, för så vitt det gäller exempelvis skogens beroende av de processer, som utspelas i marken, trädens sätt att reagera mot olika gallrings- och blädningsmetoder m. m. Men jag tror ej att man överdriver, om man påstår, att det mera sällan ingår i våra skogsmäns medvetande, att även skogsinsekterna ingå som en fullt normal och så att säga legitim beståndsdel i skogen. Sannolikt är det den stora likhet, som otvivelaktigt i flera hänseenden finnes mellan uppträdandet av en farsot och vissa insektshärjningar, som lett till den gängse åsikten, att skogsinsekternas verksamhet närmast är att betrakta som en slags sjuklighet hos träden. Det är inom parentes detta betraktelsesätt, som lett till att man i Tysk-

[1] Nedanstående uppsats utgöres av ett föredrag, hållet vid det Nordiska entomologmötet i Stockholm 29—30 juni 1923, och sedan något utvidgat.

land — till stort men för den praktiska entomologien — länge betraktat den som en underavdelning av växtpatologien. Amerikanerna å andra sidan hålla dessa båda vetenskaper skarpt skilda, ehuru naturligtvis i ett intimt samarbete, och deras underkännande av tyskarnas sätt att se saken fick ett mycket pregnant uttryck vid den praktiska entomolog- och fytopatologkongressen i Waageningen i somras, då chefen för Bureau of Entomology i U. S. A. mr L. A. HOWARD fällde det yttrandet, att »om en ko åt gräs, så ansåg man ej kons verksamhet som en sjukdom hos gräset».

För skogsmannen medför detta betraktelsesätt, att skogsinsekternas uppträdande i skogen är ett slags sjukdom — varmed man omedvetet förknippar den föreställningen, att det ej är något som man normalt behöver räkna med — den faran, att han vid sin dagliga gärning allt för litet tänker på skogsinsekterna, allt för litet räknar med de entomologiska konsekvenser som, omedelbart eller i framtiden, kunna inställa sig efter den ena eller den andra åtgärden.

På samma gång måste det rättvisligen erkännas, att vårt skogsentomologiska vetande i allt för många fall ej förmår lämna svar på de frågor, som från praktikens män riktas till detsamma. Men om det i Tyskland, där dock skogsentomologien har hundraåriga anor, allmänt erkännes, att det först är under de senaste decennierna som man börjat överge det deskriptiva och systematiserande arbete, vilket med nödvändighet måste föregå utforskandet av de stora problemen, så kan ej med fog någon förebråelse riktas mot den skogsentomologiska forskningen i vårt land — som är av så ungt datum, att ej ens våra viktigaste skogsinsekters geografiska utbredning hunnit utforskas — för att den ej hunnit längre.

Emellertid torde tiden nu vara inne att ge en framställning av några av skogsentomologiens mål och medel, sådana de te sig för mig efter en 8-årig verksamhet vid Statens Skogsförsöksanstalt. Naturligtvis är min framställning — därom är jag fullt medveten — behäftad med luckor och brister, kanske lider den också av felaktiga synpunkter. Men sådan den nu är, har jag dock trott det lämpligt att framlägga den i hopp att den skall stimulera intresserade till ökat samarbete och, vem vet, kanske vinna nya medhjälpare i det skogsentomologiska arbetet.

Vikten av att man vid sitt görande och låtande i skogen vida mera än hittills varit fallet tager hänsyn till skogsinsekterna och söker göra klart för sig, vilka entomologiska konsekvenser som den ena eller andra metoden kan ha, har av förf. redan tidigare med all skärpa framhävts på tal om den större märgborren (*5*. s. 52).

Men då det är omöjligt att tillräckligt framhålla detta, torde det vara

lämpligt att här sammanföra ytterligare några exempel på det intima sambandet mellan många skogsinsekters angrepp och skogsmannens åtgärder, exempel som till större delen äro hämtade ur min egen erfarenhet.

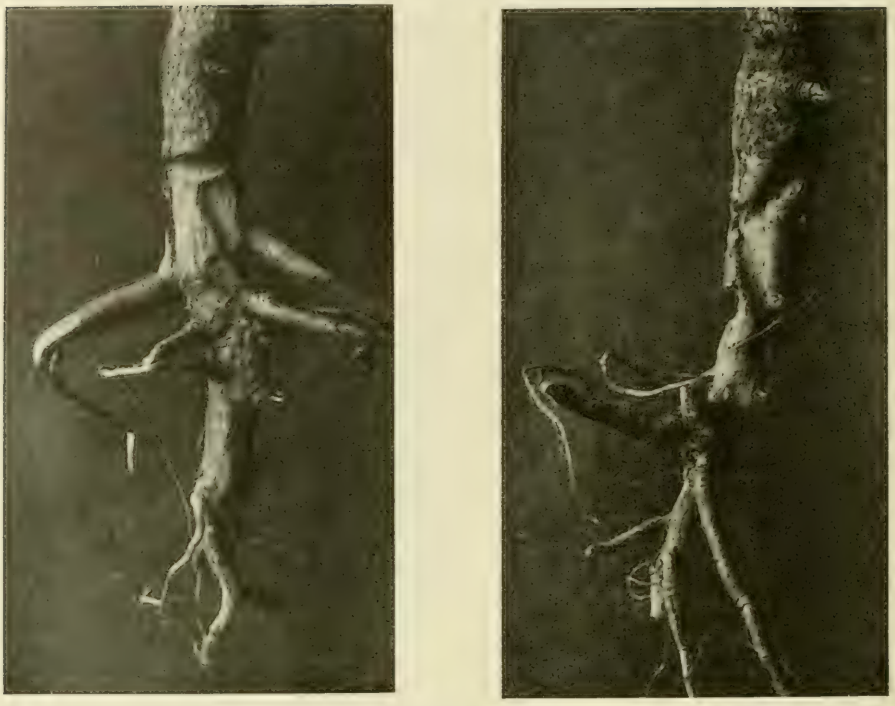
De tre första fallen omnämnas för att visa, att skogsinsekterna äro varelser, som ha en viss förmåga att rätta sig efter förhandenvarande omständigheter, vilket innebär att de i nödfall kunna övergå från en näringsväxt till en annan.

Så skedde vid ett av SOMMERVILLE från England anfört tillfälle med den större märgborren. Normalt angriper denna art icke lärken, men den kan av människans åtgörande drivas därtill, som följande visar. Ett lärkbestånd gränsade intill ett tallbestånd, som blev avverkat under våren, varefter stammarna fingo kvarligga flera månader utan att barkas. Dessa tallstammar utgjorde naturligtvis ypperliga yngelplatser för märgborren, som tog dem i besittning. När nästa generation märgborrar fram på sommaren lämnade sina kvarter för att göra sitt näringsgnag, fanns ingen tillgång på tallskott, enär alla tallarna fällts; de tvingades därför att hålla till godo med lärken, vilkens kronor skadades till den grad, att träden dogo. Tilldragelsen är så mycket mera upprörande, som det ej var ägaren av lärkbeståndet som genom sin vårdslöshet vållade skadegörelsen utan en granne.

EKSTRAND foto.

Fig. 6. 6-årig tallplanta, angripen vid rothalsen av jättebastborren *(Dendroctonus micans)*.
6-jährige Kiefernpflantze, vom Riesenbastkäfer befallen.

Något liknande, ehuru i mindre skala, ägde rum vid Vingåker sommaren 1915. Nära stationen finnes ett isolerat lärkbestånd, i vars ut-



EKSTRAND foto.

Fig. 2. 6-åriga tallplator med gångar runt rothalsen, gjorda av jättebastborren *(Dendroctonus micans)*. Något förstorade

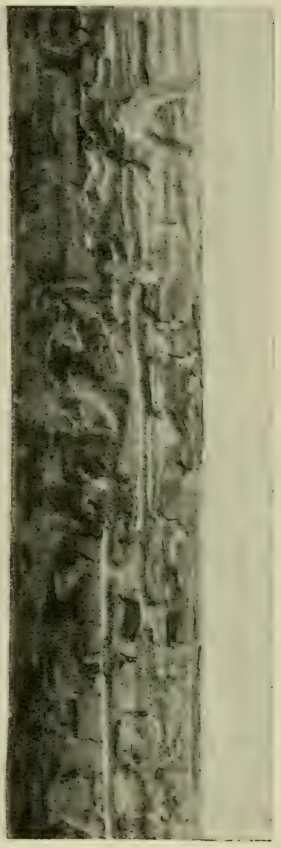
Gänge vom Riesenbastkäfer an der Basis von Kiefernpflanzen. Etwas vergrössert.

kant massaved av gran lagts upp. Denna var infekterad av den åttatandade barkborren, som i regel ej angriper lärken, men nu, när den svärmade, ej hade andra träd att ge sig på än lärkarna, av vilka flera dukade under. Även här bar människan direkt skulden till att skadegörelsen ägde rum.

I det tredje fallet är människan mera urskuldad, därför att ingen, ej ens en fackman kunde ha förutsett, huru det skulle komma att gå.

På ett Skogssällskapet tillhörigt område nära Storebro fanns en omkring 6-årig tallkultur ej långt från ett granbestånd. I detta granbestånd hade uppenbarligen jättebastborren hållit till rätt talrikt, utan att man haft vetskap därom. När sedermera granbeståndet avverkades, blev jättebastborren hemlös, varför den begav sig över till tallkulturen. Tallplantorna angrepos nere vid rothalsen, som av vidstående figurer framgår. Det är tydligt, att djuren försökt gräva hålor för äggena, vilket misslyckats, så att de ej efterlämnat någon avkomma. Men till följd av gångarna och hålorna, vilka ofta nog gått runt om tallplantornas stammar (fig. 1 och 2), ha dessa så skadats, att de dukat under.

Mycket tydligt framstår också sambandet mellan skogsbruksmetoderna och skadeinsekternas härjningar i fråga om den skarptandade barkborren (*Ips acuminatus* GYLL). Som tidigare framhållits, är denna art i hela norra Sverige en av våra allra vanligaste barkborrar. Den är en typisk hyggesinsekt, vilken tack vare sin förmåga att kunna utvecklas även i smala grenar har rikliga yngeltillfällen i de toppar och kvistar, som bli kvarliggande på hyggena. I vanliga fall är den därför ej skadlig, men under vissa bestämda förutsättningar kan den bliva det. Antag nämligen, att man vid avverkningen av ett tallbestånd kvarlämnar fröträd. När dessa efter 10—15 år gjort sin tjänst och äro mogna för avverkning, har under dem uppkommit ett ungtallsbestånd. Vid avverkningen av fröträden få nog i regel toppar och kvistar kvarligga i det unga beståndet, och därmed inledas också angrepp av den skarptandade barkborren.



EKSTRAND foto.

Fig. 3. 18-årig tall, uppväxt på hygge efter fröträdsställning, dödad av den skarptandade barkborren. Nat. storlek.

18-jähriger Kiefer von *Ips acuminatus* getötet. Nat. Grösse.

Denna lockas i så stora mängder till de kvarliggande topparna, att alla barkborrar ej få rum där utan angripa de fullt friska unga tallarna, som växa i omedelbar närhet av topparna. Man finner därför runt omkring dessa små grupper av döda eller torkande tallar. Dessa små tallar bliva sedermera i sin tur infektionshärdar för nya angrepp, vilka dock, att döma av det relativt ringa antal torra tallar, som finnes runt topparna, ej räcka längre än följande år. Om man jämför antalet ungtallar, som angripas sommaren efter fröträdens avverkning, med det, som man finner ett par år efteråt, så visar det sig, att i medeltal tre ungtallar angripas pr färsk talltopp, men sedermera stiger siffran till något över 10. Detta bör sannolikt tolkas så, att under första sommaren angripas i medeltal tre ungtallar pr talltopp av det överskott av ditflygande barkborrar, som ej få rum i talltoppen. I dessa tre träd utvecklas så många barkborrar, att följande sommar ytterligare 7 ungtallar angripas; äro topparna särskilt stora, stiger antalet dock till 14—15 ungtallar. Förökningssiffran för den skarptandade

barkborren är följaktligen i detta fall blott 2,3, vilket väl sammanhänger med att träden, vilkas medelbrösthöjdsdiameter i undersökta fall ej översteg 2,7 cm, äro för små för att erbjuda gynnsamma utvecklingsmöjligheter.

Detta fall är synnerligen instruktivt, enär det visar, huru en insekt, som i regel är ofarlig för skogen, under vissa bestämda skogsbruksmetoder kan bringas till att uppträda som en farlig kulturförstörare. Räknar man t. ex. med 100 fröträd pr har och 5,000 ungtallar vid fröträdens avverkning, så skulle 1,000 ungtallar stryka med, d. v. s. 20 procent.

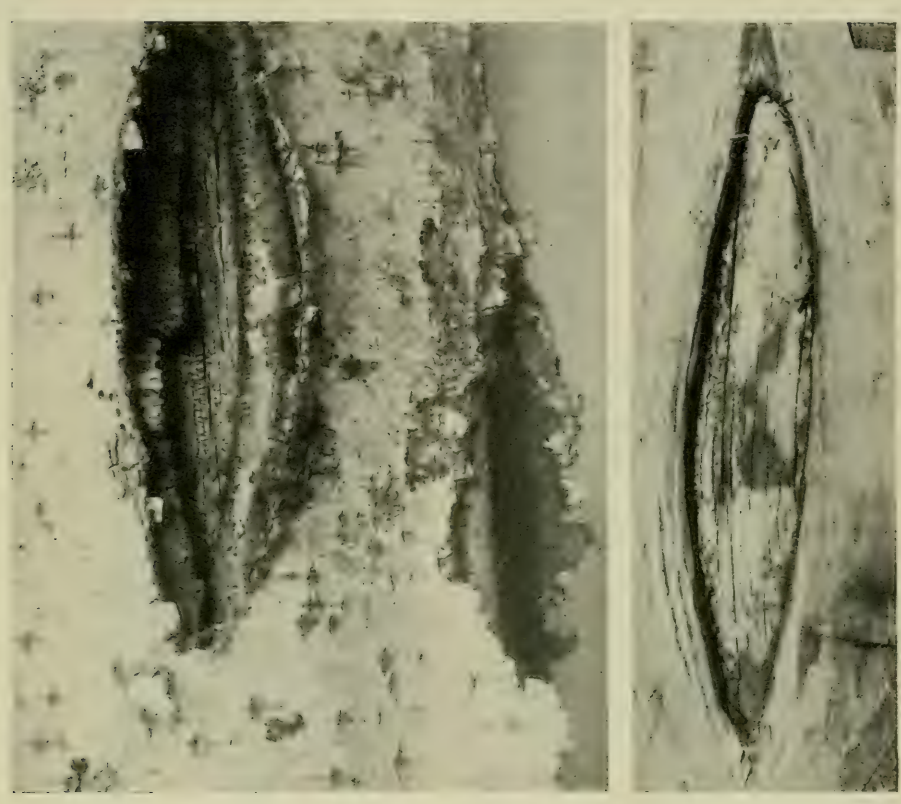
Om man jämför skogsentomologien med hennes syskon åkerbruks- och trädgårdsentomologien, så falla omedelbart ett par omständigheter i ögonen.

Först och främst den grundväsentliga skillnad, som bland skogsinsekterna råder mellan de *primära* och de *sekundära* skadegörarna, m. a. o. mellan dem, som angripa friska träd, och dem som, åtminstone i första hand, angripa sjuka eller skadade träd. I varje fall har jag mig ej bekant, att t. ex. bland åkerns skadeinsekter en dylik uppdelning kan göras. Ty det välbekanta förhållandet, att plantor i god växt så att säga kunna växa ifrån ett angrepp, medan svagare plantor duka under, ändrar intet i detta omdöme, som endast gäller det val, som insekterna utöva vid angreppet, och ej tar hänsyn till växternas större eller mindre förmåga att utstå detta.

Dessa båda kategorier, *primära* och *sekundära* skogsinsekter, sammanfalla *i stort sett* med en uppdelning, gjord efter de delar av träden som angripas. De *primära* omfatta bl. a. blad-, barr-, skott- och knoppätarna, medan däremot de *sekundära* leva under barken av stammen, grenarna eller rötterna eller i veden. Mot dessa senare skadeinsekter bjuda emellertid träden ett motstånd genom de safter, som utsippra ur såren, ett motstånd, som ofta är effektivt, men vars resultat naturligtvis beror såväl på angreppets styrka som på trädens motståndskraft. De träd, vars krafter äro nedsatta, t. ex. genom upprepad förlust av barrmassan till följd av andra insektsangrepp, genom vind- l. snöbrott eller genom skogsbrand, reagera mindre kraftigt och därför föredragas dessa.

Som ett exempel på, huru länge ett träd kan stå emot upprepade angrepp, innan det dukar under, kan nämnas ett fall som studerats vid Grönsinka skogsskola år 1920.

Där företedde några björkar i en nära skolan belägen björkdunge ett tynande utseende. En undersökning av dem gav vid handen, att de sedan minst 14 år tillbaka varit utsatta för angreppsförsök från björksplintborrens sida. Dessa angrepp — i ett fall inalles nära 90 stycken —



a. *b.* Efter TRÄGÅRDH.

Fig. 4. *a.* Övervallade sår efter misslyckade angrepp av björksplintborren. *b.* Dito med barken avlägsnad.

a. Zwei Wunden in der Rinde eines Birkes, durch missgelungene und später teilweise überwachsene Angriffe von *Scolytus Ratzeburgi* verursacht. *b.* Dieselbe mit der Rinde entfernt.

hade i tolv års tid avvisats av björkarna, så att björksplintborrens ägg eller dess nykläckta larver hade dött. Men så småningom hade trädens motståndskraft försvagats; år 1919 lyckades angreppet på 6 ställen och år 1920 funnos 29 modergångar, i vilka avkomma med säkerhet skulle ha kommit till utveckling.

Ibland är förloppet något annorlunda och man skulle med en travestering av uttrycket »operationen lyckades, men patienten dog» säga »att operationen misslyckades, men patienten dog likväl». Man hittar nämligen understundom tallar, vilka äro fulla av misslyckade modergångar av den större eller den mindre märgborren, lätta att känna igen tack vare de vita kådinkrusteringarna i väggarna. Inga ägg ha kläckts, de ha alla dränkts i kådan (Fig. 5 *a*), men samtidigt ha djuren i sådan mängd angripit tallarna, att dessa torkat. Äro angreppen färre, så ha de inga ödesdigra följder för träden, och så kan det komma sig, att man i närheten

av sådana platser, där märgborrarna regelbundet hålla till, t. ex. kolmilor, finner tallar, som årligen blivit attackerade, men tack vare sin goda konstitution likväl förmått att klara sig. Liknande iakttagelser gör man ifråga om andra barkborrar, t. ex. den åttatandade barkborren (Fig. 5 *b*).

Dessa exempel illustrera, huru träden länge förmå att framgångsrikt stå emot angreppen från de sekundära insekternas sida eller i varje fall hindra deras avkomma från att utvecklas.

Vad som ger åt denna företeelse — att så många viktiga skogsinsekter äro sekundära — den allra största betydelse, är den omständigheten, att

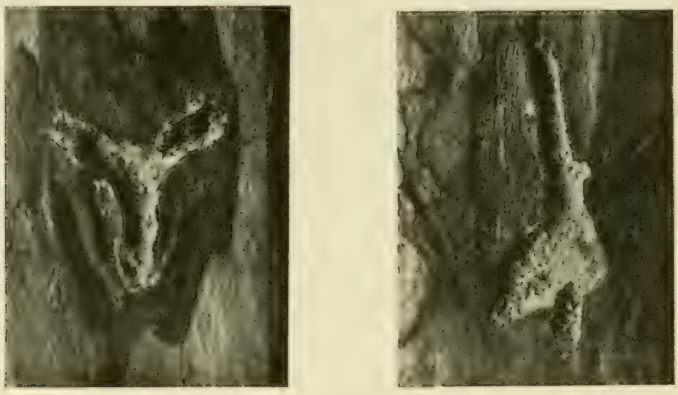


Foto av förf.

a *b*

Fig. 5. *a*. Övergiven försöksgång av den mindre märgborren med väggarna klädda av kåda. Något förstorad. *b*. Övergiven modergång av den åttatandade barkborren. Något förstorad.
a. Verlassener Muttergang, von *Myelophilus minor* mit grossen Hartzausflüssen. *b*. Verlassener Muttergang von *Ips typographus*. Etwas vergrössert.

många av dessa arter även yngla i fällt virke eller i stubbar och rötter, som finnas kvar i skogen efter gallringar och avverkningar.

Ty härigenom kommer människan att utöva ett synnerligen stort inflytande på dessa insekters uppträdande. Detta är å ena sidan till sina konsekvenser sorgligt, eftersom människan i sin okunnighet otaliga gånger vidtagit åtgärder i skogen, som till följd härav rent av systematiskt lett till att skogsinsekterna fått oanade förökningsmöjligheter. Men å andra sidan glädjande, emedan just detta intima samband mellan skogsbruksåtgärderna och de sekundära skogsinsekternas uppträdande samtidigt ger oss *möjlighet* att genom lämpliga hänsyn tagna till deras biologi motarbeta dem eller rättare sagt undvika att gynna dem.

Förekomsten av sekundära skadegörare, vilkas uppträdande i många fall påverkas av människans åtgöranden i skogen, är således något, som utmärker skogsinsekterna och därför

måste i hög grad trycka sin prägel på det skogsentomologiska forskningsarbetet.

En annan skillnad mellan skogsentomologien och jordbruksentomologien består däri, att skogsentomologen till följd av trädens storlek och långa livstid har möjlighet att i detalj följa ej blott de olika åldersklassernas och

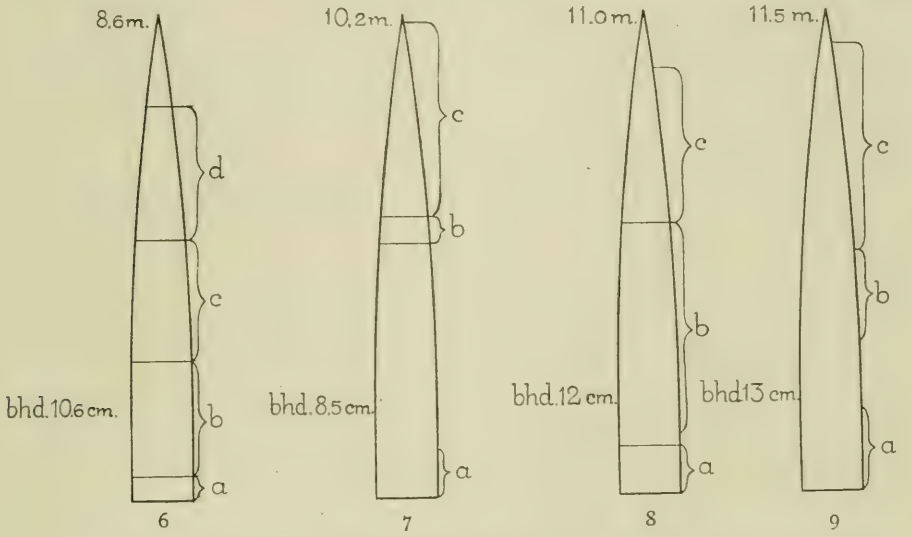


Fig. 6. Analys av en torkande tall, juni 1923. Kolleberga. *a*, angrepp 1922 av den större tallviveln; *b*, dito av den större märgborren 1923; *c*, dito av den mindre märgborren 1923; *d*, dito av den enbandade tallviveln 1922.

Analyse eines trocknenden Kiefers, Juni 1923. *a*, Angriff 1922 von *Pissodes pini*; *b*, von *Myelophilus piniperda* 1923; *c*, von *M. minor* 1923; *d*, von *P. phinipilus* 1922.

Fig. 7. Analys av en torkande tall, juli 1922. Gyljen. *a*, större märgborren 1922; *b*, *Peridermium* 1920; *c*, enbandade tallviveln 1921.

Analyse eines trocknenden Kiefers. Juli 1922. Gyljen. *a*, *M. piniperda* 1922; *b*, *Peridermium pini* 1920?; *c*, *Pissodes piniphilus* 1921.

Fig. 8. Analys av en död tall, augusti 1923. Särna. *a*, större märgborren; *b*, mindre märgborren; *c*, den skarptandade barkborren.

Analyse eines toten Kiefers, August 1923. Särna. *a*, *Myelophilus piniperda*; *b*, *M. minor*; *c*, *Ips acuminatus*.

Fig. 9. Analys av en död tall, augusti 1923 Särna. *a*, större märgborren 1922; *b*, *Carphoborus Chodlodkovskyi* 1923; *c*, den enbandade tallviveln 1921.

Analyse eines toten Kiefers, August 1923. Särna. *a*, *M. piniperda* 1922, *Carphoborus Chodlodkovskyi* 1923; *c*, *Pissodes piniphilus* 1921.

kronskiktens förhållande vid ett angrepp utan även studera angreppets gång och följder på enstaka träd och genom stamananalyser skänka uppmärksamhet åt det samarbete mellan olika arter, som så ofta förekommer.

Ett par exempel på dylika entomologiska stamanalyser bifogas här. Av fig. 6, åskådliggörande analysen av en torkande tall vid Kolleberga juni 1923, framgår, att det är två arter tallvivlar, den större tallviveln (*Pissodes pini*) och den enbandade tallviveln (*P. piniphilus*), vilka under

sommaren 1922 inlett angreppet, varvid den större tallviveln valt den nedre delen av stammen, till 30 cm höjd över marken, medan den enbandade tallviveln valt den övre delen från 4,7 m till 6,7 m över marken. Genom dessa båda arters angrepp har trädet så försvagats, att det följande år angripits av såväl den större som den mindre märgborren, varvid den förras angrepp är begränsat till de nedersta 2 m, medan den senare förekommer från 2,3 m höjd uppåt.

Denna analys visar, att tallvivlarna i detta fall äro de primära, medan märgborrarna uppträda som ett följdsymptom. Innebörden härav är, att utrotningsarbetet i första hand måste inriktas på tallvivlarna, så minskas samtidigt märgborrarnas yngelmöjligheter.

Nästa analys av en torkande tall från Gyljen (fig. 7) visar ett sjukdomsförlopp, som avviker från det förra genom att den större tallviveln saknas, men liknar det däri, att den enbandade tallviveln förekommer i tallens övre del. I detta fall har *Peridermium* inlett processen och efterföljts av den enbandade tallviveln, varpå året efteråt den större märgborren infunnit sig och fullbordat trädets undergång.

Ett helt annat förlopp visar oss den tredje tallanalysen från Särna (fig. 8). Då denna gjorts först efter trädets död, lämnar den inga upplysningar om den följd i vilken de olika arterna angripit tallen. Det oaktat är den av ett alldeles särskilt intresse, emedan den visar oss två hittills, såvitt jag vet, okända företeelser, nämligen dels att samarbete kan äga rum mellan den skarptandade barkborren och de båda märgborrarna, dels att den mindre märgborren även kan yngla under 2 cm. tjock bark.

Den fjärde analysen slutligen visar oss, under vilka omständigheter den för Sverige nya barkborrearten *Carphoborus Chodlodkovskyi* anträffades. Den ifrågavarande tallen hade angripits av den enbandade tallviveln i kronan sommaren 1921, våren 1922 infann sig i nedre delen av stammen den större märgborren i förening med enstaka mindre märgborrar och först sommaren 1923 uppträdde *Carphoborus*.

Det inses utan vidare, att om man får en dylik analys av en stam, på vilken en viss barkborreart uppträder, så vet man vida mera om densamma, än om den helt rätt och slätt uppgives vara funnen »i en torr tall».

För ett vidgande av kunskapen om våra barkborrars och andra, ett liknande levnadssätt förande skogsinsekters uppträdande i olika delar av landet äro dylika analyser, som lätt inses, av ett mycket stort värde, varför alla tillfällen att utföra dylika böra utnyttjas och samtidigt beståndets beskaffenhet, ålder, slutenhet, behandling o. d. antecknas.

Ett av den praktiska entomologiens centrala problem, gemensamt för alla dessa grenar, är frågan om insektshärjningarnas uppkomst.

Allmänt anses ju, att människan själv givit första stöten till skadeinsekternas allmännare uppträdande, när hon ö. h. t. började kultivera vissa växter, d. v. s. på stora ytor uppdraga en mängd växter av samma slag. På så sätt ha undan för undan, i samma takt vari människan lade under sig den ena vilda växten efter den andra, de fytofager, som livnärde sig av dessa, börjat framträda som skadeinsekter. Men på dessa följde i sin tur rovinsekter och parasiter, vilka genom värddjurens tilltagande i antal också fingo bättre förökningsmöjligheter, så att sannolikt rätt snart en viss jämvikt inträdde.

Så snart människan på ett visst område börjar med nya kulturer, upprepas samma händelseförlopp. När man i våra dagar i tropikerna röjer bort urskogen och planterar kulturväxter på det avröjda området, så kan man studera, huru detta inverkar på insektsvärlden. FICKENDEY berättar från Sumatra, att i en nyanlagd oljepalmkultur palmerna översvämmades av tvestjärtar, som skadade frukterna. Vidare uppträdde skorpioner och tusenfotingar talrikt, varjämte en liten säckbärande fjärillarv började anställa stora skador. När plantaget var 6 år gammalt, började man använda en annan metod. I stället för att hålla marken runt palmerna fri från andra växter, så lät man dessa vandra in från den omgivande djungeln bäst de ville och nöjde sig med att hålla den inträngande vegetationen nere, så att palmernas kronor voro fria. Resultatet dröjde ej att infinna sig. Tvestjärtarna försvunno till större delen, troligen förjagade av en liten myra, som sannolikt är behjälplig vid frömjölets överföring och säckmalen är försvann.

Mycket belysande är i detta hänseende ett fall, som den högt förtjänte, allt för tidigt bortryckte danske entomologen I. C. NIELSEN framdrog. Han påvisade nämligen, att när man i Själland började med vidsträckta ekkulturer, uppträdde en hittills sällsynt växtstekel med massförökning.

Sannolikt förklaras de under 80- och 90-talet så vanliga tallstekelhärjningarna i vissa delar av Västergötland, t. ex. Svältorna, på samma sätt därigenom att man där börjat sätta igång stora tallkulturer, resulterande i att efter en tid vidsträckta områden voro bevuxna med relativt likåldriga rena tallbestånd av den ålder som tallstekeln föredrager.

Även om stora, rena och likåldriga bestånd måste anses bilda en första förutsättning för att härjningar skola uppstå, så är det tydligt, att även andra faktorer måste tillstöta.

Ifråga om de *primära* insekterna anses allmänt, att deras periodiskt återkommande härjningar framkallas av *klimatiska faktorer*.

Härför talar den omständigheten, att de ofta uppträda över stora områden samtidigt, där de enda gemensamma faktorer, som kunna tänkas

inverka äro de klimatiska. Allmänt kända exempel på insekter, som uppträda med dylika härjningar äro frosttjäriln, björkfrostmätaren och lindmätaren, vilka arter ofta uppträda samtidigt, rönnbärsmalen, havrebladlusen, björksäckmalen, tallmätaren, töckniga fjällmätaren m. m.

Efter TRÄGÅRDH.

Fig. 10. Karta utvisande tallmätarens härjningsområden under tiden 1889—1916.
Die geografische Verteilung der Kiefernspannerangriffe in Schweden in den Jahren 1889—1916.

På vilket sätt de klimatiska faktorerna inverka i de speciella fallen, därom veta vi emellertid ännu mycket litet. Egentligen är väl detta sammanhang i detalj klargjort endast beträffande den nordamerikanska sädesbladlusen, *Toxoptera graminum* (TRÄGÅRDH. 1.)

Ifråga om denna visade det sig, att så snart en kall vår följde på en osedvanligt mild höst och vinter, så uppträdde en härjning med automatisk regelbundenhet. Detta beror därpå, att bladlusens förökning normalt avstannar, när på hösten hannar och honor uppträda, och efter befruktning ägg läggas som övervintra. Vid abnormt hög temperatur under denna del av året utebli emellertid hannarna och förökningen fortsätter som under sommaren med den ena partenogenetiskt alstrade generationen efter den andra. Redan detta innebär i och för sig att antalet bladlöss fram emot våren är ofantligt mycket större än efter en normal vinter. Men det kommer likväl ej till en verklig härjning, om på den blida vintern följer en normal vår, ty en parasitstekel, som är bladlusens speciella fiende, hinner snart i fatt den och stoppar den be-

gynnande härjningen. Men denna stekel behöver, vilket man experimentelt utrönt, för sin utveckling en något högre temperatur än bladlusen, varför det kräves en varm vår, för att den skall kunna snabbt föröka sig. Följer nu på den blida vintern en kall vår, så hindras parasitstekelns men ej bladlusens förökning och en härjning inträder.

I fråga om *tallmätarens* uppträdande i Sverige och i Tyskland föreligga några fakta, som synas tillåta en viss, bestämd tolkning av sambandet mellan en klimatisk faktor och härjningarnas uppkomst. Det har nämligen visat sig, att dess härjningar äro begränsade till den östra delen av södra Sverige, m. a. o. i den del, där den årliga nederbördsmängden understiger 550 mm. Vidare har det visat sig, att härjningarnas utbrott föregås av ett par år med en avsevärd minskning av nederbörden, t. ex. vid Nyköping 1912 nära 700 mm, 1913 600 mm, 1914 410 mm.

När man vidare vet, att de i marken övervintrande larverna angripas av parasitsvampar, *Verticillium corymbosum*, och att parasitsvamparna gynnas av fuktighet, så ligger det nära till hands att antaga, att denna reglerande faktor i torra delar av Sverige efter ett par torra år — och låt oss tilllägga, på vissa magra moränmarker — sättes praktiskt taget ur spelet med den påföljd att tallmätarens numerär springer i höjden.

Att i detalj utforska genesen av våra viktigare skadeinsekters härjningar är ett av den praktiska entomologiens mest centrala problem. Härför erfordras emellertid bl. a. vidlyftiga experimentella anordningar, som vi ännu sakna i vårt land, och det blir nog även nödvändigt för några av våra entomologer att korsa Atlanten för att i Förenta Staterna på närmare håll studera de metoder, som där med så stor framgång kommit till användning.

Början bör emellertid göras så snart som möjligt, och därvid kunna de nordiska länderna otvivelaktigt hjälpa varandra. Redan nu torde dock tiden vara inne att använda det rika material, som finnes samlat i de årliga rapporterna sedan 40 år tillbaka, till en serie sammanställningar av de olika härjningarnas periodicitet med vissa klimatiska faktorer. Dylika sammanställningar borde åtminstone kunna ge en *fingervisning* om huru problemen ligga och på vilka vägar de skola finna sin lösning.

Även i fråga om bekämpandet av de primära skadeinsekterna råder en väsentlig skillnad mellan skogsentomologien och jordbruksentomologien. På grund av arealernas och trädens storlek kan skogsentomologen knappast tänka sig att tillgripa direkta utrotningsmedel. Den ogynnsamma proportionen mellan omkostnaderna och värdet av vad som skall räddas förbjuder detta. Den vägen får nog i stort sett betraktas som oframkomlig.

Skogsentomologen måste i stället koncentrera alla sina ansträngningar på att utfinna metoder att *förebygga* härjningarna. Därför måste skogsinsekternas biologi och alla faktorer, som sammanhänga med deras uppträdande, det må röra sig om skogsbruksmetoder, markens beskaffenhet, beståndets slutenhet eller dylikt, i detalj klarläggas.

I många fall skall det otvivelaktigt visa sig, att dessa förebyggande åtgärder måste bestå i ett noggrannare beaktande än hittills ej blott av vikten att *olika trädslag* och *olika åldersklasser* blandas med varandra, utan även att den övriga markvegetationen erhåller en lämplig sammansättning. Ty ju mera omväxlande vegetationen är, desto mera rik blir fytofagfaunan och därmed även parasitfaunan.

Som exempel på den indirekta inverkan av markvegetationen på parasitstekelfaunan må här anföras de fakta, som framdrogos vid undersökningen av nunnehärjningen vid Gualöv. Därvid bekräftades den tidigare av BENGTSSON gjorda iakttagelsen, att parasitsteklarna i övervägande grad angripa nunnepupporna. Av dessa parasitsteklar äro tre *Pimpla*-arter, *P. arctica*, *P. instigator* och *P. examinator* de vanligaste. En del av dem kläcktes på hösten, den övriga delen övervintrade i nunnans puppskal och kläcktes först följande vår. Även de senare skulle likväl, om de endast utvecklades i nunnans puppor, få vänta flera månader, innan de skulle få tillfälle att lägga ägg. Nu äro emellertid de ovannämnda *Pimpla*-arterna, som BENGTSSON framhåller, i hög grad polyfaga m. a. o. de ha ett stort antal värddjur och angripa ett tjugutal olika fjärilslarver, av vilka de flesta tillhöra vår fauna. Det är därför sannolikt, att deras första generation utvecklas i andra fjärilar och att det är den andra generationen som angriper nunnepupporna. Möjligheten för *Pimpla*-arterna att under den förra delen av sommaren finna värddjur är därför i hög grad beroende av vegetationen i skogen. Ju mera omväxlande denna är, desto mera sannolikt är det, att fjärilsfaunan omfattar arter, som kunna tjänstgöra som värddjur för *Pimpla*-arterna under sommarens första del. En granskning av värdväxterna hos de arter, som äro kända som *Pimpla*-arternas värddjur, visar att dessa utgöras av bl. a. *Calluna vulgaris*, *Rumex*-arter, *Cynoglossum*, *Plantago*, *Rosa*, *Salix*, *Populus* m. fl.

Här se vi således ett exempel på huru den ena företeelsen griper in uti den andra. Är vegetationen omväxlande, är fjärilsfaunan rik, varav följer, att parasitstekelfaunan är rik, så att värddjur finnas för den första generationen av de *Pimpla*-arter, som anfalla nunnepupporna.

Ur denna synpunkt måste man säga att förhållandena i Gualöv voro mycket ogynnsamma för parasitsteklarna, enär underväxt så gott som

fullständigt saknades, och markbetäckningen utgjordes av skogsmossor med glest blåbärsris i fältskiktet och här och var talrika hallonbuskar.

Dessa iakttagelser och slutledningar ha här något utförligare relaterats, emedan de ha betydelse långt över detta enskilda fall. Det kan nämligen knappast råda något tvivel därom, att det ödesdigra och för uppkomsten av insektshärjningar gynnsamma inflytande, som man numera i Tyskland allmänt tillskriver de tidigare praktiserade skogsbruksmetoderna, som lett till att det ursprungliga, blandade skogstäcket överförts till rena och likåldriga bestånd, till stor del består däri, att fytofagfaunan därigenom blivit så fattig, vilket i sin tur återverkat på rovinsekter och parasiter och därigenom berett marken för insektshärjningar.

Ett annat fall illustrerarande samma sak, vegetationens inverkan på insektsvärlden, kan sannolikt hämtas från den töckniga fjällmätarens periodiska härjningar i de skandinaviska fjälltrakternas björkregioner. Det egendomliga med dessa härjningar är, att arten är utbredd över större delen av Europa, men ingenstädes utom i fjälltrakterna uppträder den med härjningar. En undersökning av fjärilens parasiter visar, att dessa äro två parasitsteklar, *Rhogas circumscriptus* och *Itoplectis alternans*, vilka båda ha en mycket vidsträckt utbredning och därjämte äro utpräglat polyfaga,

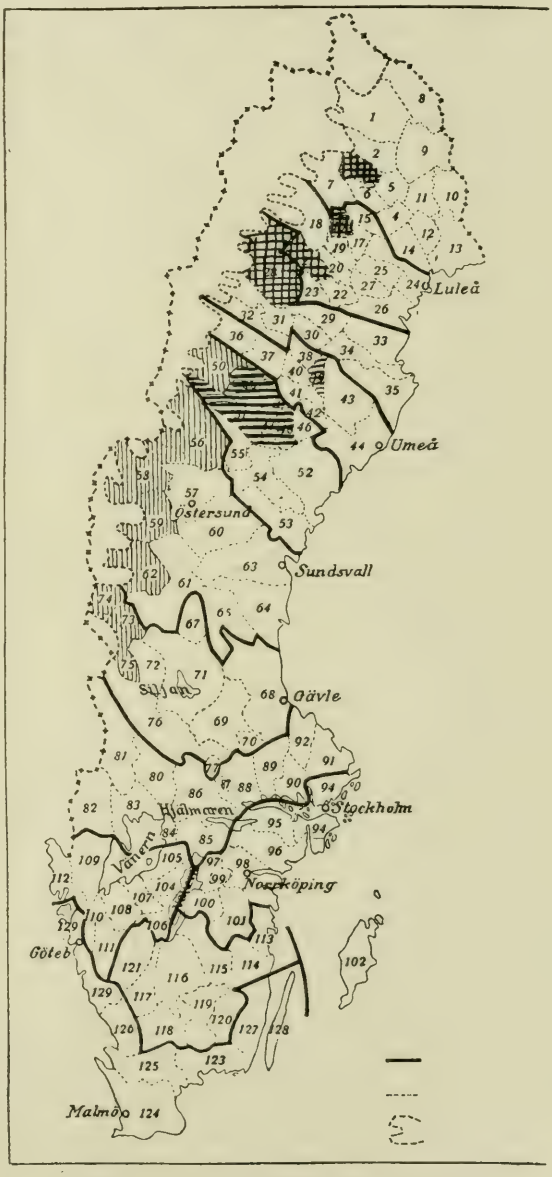


Fig. 11. Karta, utvisande den töckniga fjällmätarens härjningar: ☰ = 1890, # = 1907—1908, ||| = 1918.

Die Verheerungen von *Cidaria dilutata* in Schweden.

m. a. o. ha många olika värddjur. Härigenom ökas givetvis deras betydelse; de äro ej beroende av den mer eller mindre talrika förekomsten av ett enda värddjur, utan kunna alltid i större delen av sitt utbredningsområde, tack vare sin brist på specialisering och därmed sammanhängande rika tillgång på värddjur, vara tillstädes i en relativt hög numerär. Men om vi göra det antagandet, vilket synes berättigat, att i fjälltrakterna med deras fattigare insektsfauna fjällmätaren är deras enda värddjur, så få vi förklaring på det enastående förhållandet, att en insekt med vidsträckt utbredning endast uppträder med härjningar i de klimatiskt minst gyn-

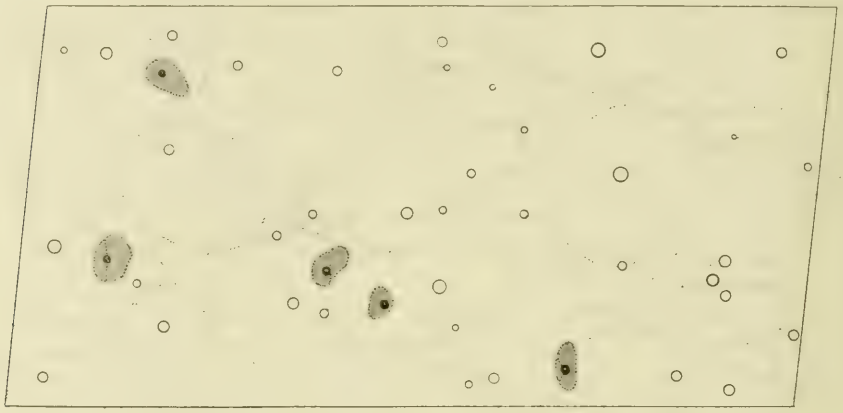


Fig. 12. Provyta utlagd i tallskog, härjad av nunnan 1915—1917. Gualöv. Reviderad 1920 och 1923. De punkterade linjerna angiva kronans omkrets; de mörka ringarna utmärka de träd, som dött under tiden 1915—1923. Skala för träden 4 gånger så stor som för marken.

Probefläche, in einem von der Nonne in der Jahren 1915—1917 angegriffenem Kiefernwald ausgelegt. Revidiert 1920 und 1923. Die punktierten Linien geben den Umriss der Kronen an, die dunklen Flächen die von *Myelophilus piniperda* getöteten Bäume. Maassktab für die Bäume viermal so gross wie für den Boden.

nade delarna av sitt utbredningsområde. Ty om de båda parasiterna i dessa senare trakter blott äro hänvisade till fjällmätaren, måste de under åratal, då inga härjningar förekomma, vara ytterligt sällsynta, och när till följd av gynnsamma klimatiska faktorer en härjning inträffar, dröjer det någon tid innan parasitsteklarna hinna i fatt fjällmätaren. I övriga delar av utbredningsområdet däremot kunna de båda parasiterna redan från början möta upp med en större numerär, så att en begynnande härjning stoppas i sin linda.

Vid undersökningar över skogsinsekternas uppträdande bör metoden med *provytor* komma till användning i största utsträckning, modifierad efter de speciella behov som föreligga och denna metod bör ej blott användes vid insektshärjningar utan även vid skogsinsekternas uppträdande un-

der normala förhållanden, då ingen massförökning ägt rum. I mindre omfattning ha dylika redan utlagts vid några hittills studerade härjningar och resultaten äro lovande, i det att de giva oss möjlighet att formulera objektiva omdömen.

Som exempel på användningen av provytor må här anföras ett par fall från den skogsentomologiska avdelningens verksamhet. Under åren 1915—1917 angreps i nordöstra Skåne vid Gualöv ett omkring 50-årigt tallbestånd av nunnan (4). För att utröna, vilka följder denna härjning skulle komma att ha för träden, utlades ett par provytor. Fig. 12 visar en dylik provyta, sådan den såg ut vid en revision i maj 1923. Av analysen framgår, att av provytans 43 träd 5 st. dött, alla till följd av angrepp av den större märgborren. Då dessa träd samtliga tillhöra det 4:de kronskiktet och ha små, dåligt utvecklade kronor, äro de just sådana träd, som normalt även i orörda bestånd pläga duka under för den större märgborrens angrepp. Det finnes därför ingen anledning att antaga, att dessa fem träds död står i något samband med den tidigare nunnehärjningen, och den medelst provytan verkställda analysen bestyrker den förut gjorda erfarenheten, att tallen har stor motståndskraft gent emot nunnans angrepp.

Även efter tallmätarehärjningen i Sörby kronopark användes provytor för att utröna de sjukdomar, som följde tallmätaren i spåren. I detta fall underlättades undersökningen av att skogsavdelningen förut lagt en yta i det bestånd, som sedermera blev svårast härjad, och att angreppsgraderna antecknats för varje träd.

Vid en analys år 1918 visade det sig glädjande nog, att ännu intet träd torkat, oaktat de skador som deras barrmassa lidit under de båda föregående åren. Emellertid ynglade den större märgborren i 4% av träden och i 10% hade den förgäves sökt att yngla, något varom de vita kådtrattarna buro vittne och vilket genom blottläggning av de korta, övergivna modergångarna lätt kunde fastslås. Närmast tillhands låg att tänka, att de angripna träden utvalts av den större märgborren, emedan de tidigare försvagats av tallmätarens angrepp. Men däremot talade den omständigheten, att intet av de 14 träd, som enligt anteckningarna angripits svårt av tallmätaren, blivit yngelträd för den större märgborren, och att densamma försökt att yngla i endast ett av dem. Detta tyder på att den större märgborren i detta fall liksom efter nunnehärjningen i Gualöv begränsat sina angrepp till undertryckta träd tillhörande 4:de kronskiktet, och att dess uppträdande ej stod i något intimare samband med tallmätarehärjningen.

Om man ordnar de av tallmätaren och den större märgborren angripna träden (inberäknat de träd, där den förgäves sökt att yngla) efter sin

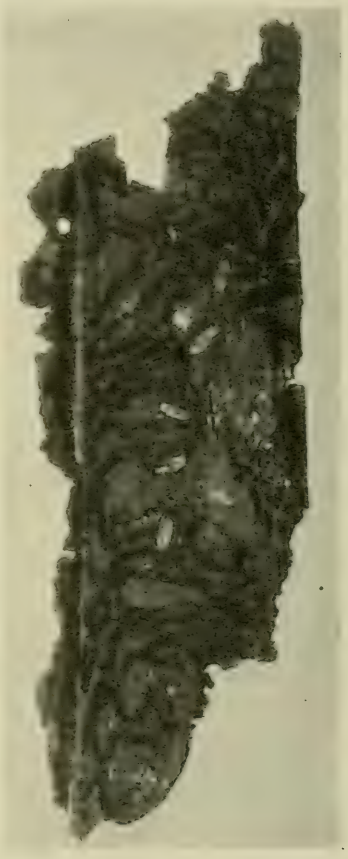
brösthöjdsdiameter, visar det i själva verket, att dessa båda skadeinsekter i detta fall arbetat efter olika principer.

Vi se nämligen att medan alla träd med en brösthöjdsdiameter överstigande 30 cm angripits av tallmätaren, har endast 24% av de träd, vilkas brösthöjdsdiameter understiger 15 cm, angripits. Den större märgborren däremot har ej sökt angripa ett enda av de grövre träden men däremot 24% av de mindre. Senare undersökningar av provytan i Sörby kronopark ha emellertid visat, att verkningarna av ett tallmätareangrepp kunna utsträckas över flera år och att den första analysen gav ett felaktigt, d. v. s. allt för gynsamt intryck av angreppets följder för träden. En 1920 gjord undersökning visade, att utom de 4 träd, som år 1917 voro med framgång angripna av den större märgborren och därför dödsdömda, under åren 1918 och 1919 ytterligare 9 tallar dött, däribland 3 av de 11 träd, som år 1917 visade misslyckade angrepp av märgborren. Under perioden 1920—1923 torkade ytterligare sex tallar, av vilka fem redan 1920 angivits som sjuka. Jämför man dessa resultat med dem från nunnehärjningen i Gualöv, synes därav framgå, att åtminstone i dessa fall tallen har vida svårare att repa sig efter tallmätarens än efter nunnans angrepp.

Slutligen må här nämnas ytterligare ett fall, då provytor med framgång använts för att studera en skogsinsekts uppträdande. Som bekant karaktäriseras den åttatandade barkborrens uppträdande hos oss därav, att den angriper träden i grupper av från ett par träd till några hundra stycken. Detta uppträdande, som, såvitt man kan döma av den tyska skogslitteraturen, ej har någon motsvarighet i Tyskland — där härjningarna år efter år utvidgas till att omfatta allt större arealer — synes bäst kunna förklaras genom att man antager en periodisk vandringsdrift hos granbarkborren, något motsvarande vad man känner hos de amerikanska *Dendroctonus*-arterna. Detta antagande, som jag framställde 1918, har sedermera prövats vid Hofors och visat sig riktigt. Vid besök på Hofors A.-B. skogar sommaren 1921 analyserades flera dylika små härdar. Att urskilja de träd, som angripits samma sommar, mötte naturligtvis inga som helst svårigheter, men däremot var det vanskligare att säkert skilja de träd, som torkat 1920, från dem som torkat 1919. På de träd, som ej angripits av den åttatandade barkborren ända ner till marken, hade emellertid i regel den bleka bastborren infunnit sig och tagit de orörda barkpartierna i besittning. Om man därför hittade färska angrepp av den bleka bastborren 1921, måste ifrågavarande gran ha torkat året förut. På detta sätt var det möjligt att åtminstone i de flesta fall skilja på angreppen från 1920 och 1919.

Av analyserna framgick nu, att antalet angripna granar, som i ett fall var 19 st., år 1919, följande år stigit till 78, men under 1921 åter gått

betydligt tillbaka, till 22 st. För att utröna, huru angreppet skulle förhålla sig under 1922, utlades en provyta runt en fläck, där alla tre årens angrepp funnos representerade. Den år 1922 verkställda undersökningen visade, att intet ytterligare träd angripits. Härmed är sålunda fastslaget för det första, att åtminstone i detta fall fall den åttatandade granbarkborren ej hållit till på en fläck mera än 3 år, och för det andra att antalet angripna träd ej växer successivt från år till år utan når sin höjdpunkt under det andra året och därefter går tillbaka. Det måste följaktligen finnas kontrollerande faktorer, som tilltaga i verksamhet, och en undersökning av de stammar, som angripits under det sista året, visar, att en ofantligt hög procent av larverna voro angripna av parasitsteklar av olika slag, vilkas vitglänsande, spolformiga larver, antingen lågo fastsugna på de mer eller mindre hophopskrumpna barkborrelarverna eller också hunnit spinna sina kokonger, vid vilkas vägg barkborrelarvens tomma huvud var fastspunnet (fig. 13). Att göra en noggrann beräkning av procenten av parasiter dödade barkborrelarver stöter naturligtvis på mycket stora svårigheter, men nog torde densamma under 1921 vid Hofors ha uppgått till omkring 90 %. Man fick också här det livliga intrycket, att om barkborrarna stannat kvar ett år till på samma plats, så skulle de totalt ha förintats av parasiter och rovinsekter. Men det gjorde de ej, ty 1922 gåvo sig de överlevande i väg till någon annan plats. I ljuset av här meddelade fakta förefaller det tänkbart, att emigrationsdriften uppstått hos den åttatandade barkborren som ett skydd mot den åtminstone i vårt land ingalunda fåtaliga skara av parasiter och rovinsekter, som leva av densamma. Det är sålunda ett ideligt kurragömma, som utspelas mellan skadeinsekten och dess fiender.



EKSTRAND foto.

Fig. 13. Gångsystem av den åttatandade barkborren med kokonger av parasitsteklar i spetsen på larvgångarna. Nat. storlek.

Gänge von *Ips typographus* mit Kokongs von Schlupfwespen. Nat. Grösse.

Vi ha i denna framställning ej tagit hänsyn till klimatets inverkningar på angreppets förlopp. Avsikten har blott varit att belysa huru meto-

skildra den med provytor ägnar sig vid studiet av den åttatandade barkborrens uppträdande.

De anförde exemplen torde till fyllest ha visat, huru nödvändigt det är att vid studiet av skogsinsekterna använda provytor. Det förefaller måhända överflödigt att särskilt påpeka detta i vårt land, där genom skogsavdelningens verksamhet metoden är känd överallt. Men för de skogsentomologer, som ej ha den förmånen att ha sin verksamhet förlagd till en skogsförsökanstalt — och dessa torde vara i majoritet i Europa

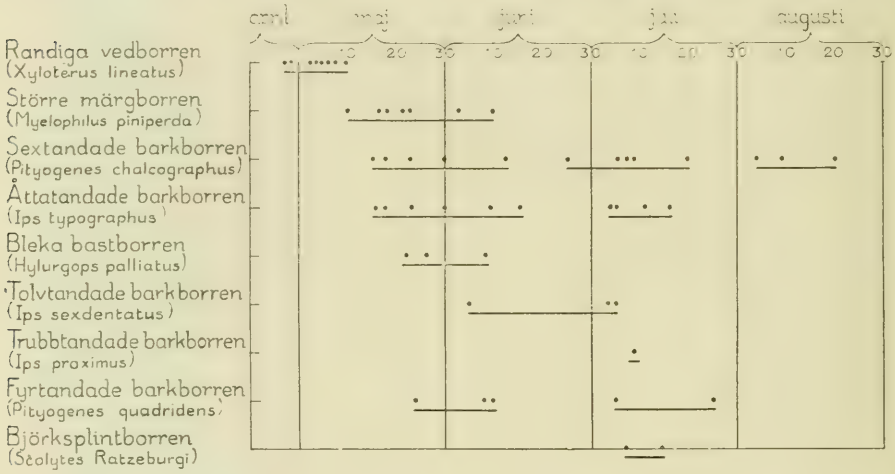


Fig. 14. Tabell utvisande våra vanligaste barkborrars svärmningstid enligt undersökningar utförda vid Gammelkroppa skogsskola sommaren 1918

Tabelle, die Schwärmzeit der gewöhnlichsten Borkenkäfer darstellend, nach Untersuchungen in Gammelkroppa 1918.

— är metoden ej lika självfallen och det är till deras båtnad som provytemetoden här särskilt framhävts.

Även de sekundära skogsinsekterna t. ex. barkborrarna påverkas naturligtvis i hög grad av de klimatiska faktorerna. Direkt sker detta genom att deras svärmningsperiod framflyttas eller försenas och utvecklingen tager längre eller kortare tid i anspråk, vilket i vissa fall inverkar på generationernas antal och därigenom även på förökningssiffran. Indirekt sker det genom att de klimatiska faktorerna åstadkomma snö- och stormbrott och därigenom öka antalet yngelträd.

Klimatets inverkan på åtminstone de vanligaste barkborrarnas uppträdande bör därför år efter år studeras, och det är ett angeläget önskemål att få dylika observationer utförda i olika delar av landet. Vi skulle då så småningom kunna få klarhet i denna fråga, som är av avgörande betydelse för barkborrarnas bekämpande.

Som exempel på en dylik undersökning meddelas här en sammanställning av de iakttagelser, som gjorts vid Gammelkroppa skogsskola under sommaren 1918. Så underligt det än kan låta, torde detta vara den första undersökning över tidpunkten för samtliga våra vanligaste barkborrars svärmande, som någonsin gjorts, eller i varje fall publicerats. Varje punkt på tabellen betyder att vid denna datum har ifrågavarande art iakttagits i färd med att borra sig in eller krypande på de fångstträd, som för ändamålet utlagts. Av tabellen, som naturligtvis blott kan giva en ungefärlig bild av det verkliga förloppet, och ej säger oss det genetiska sambandet mellan de vid olika tidpunkter funna djuren, framgår dock, vid huru olika tidpunkt de olika arterna svärma. För övrigt skola vi i detta sammanhang ej närmare ingå på dess detaljer.

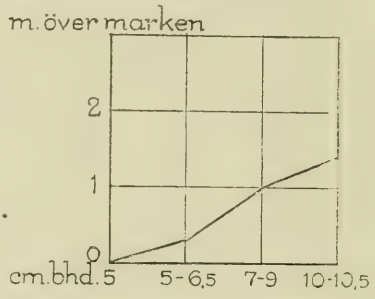


Fig. 15. Grafisk framställning av sambandet mellan brösthöjdsdiametern på vinterfällda, i beståndet kvarliggande tallstammar och den höjd över marken, vartill den större märgborrens angrepp sträcker sig. Rödjenäs 1923.

Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Brusthöhediameter (unten) und der Höhe über dem Boden, wozu der Angriff von *Myelophilus piniperda* sich erstreckt (links), nach Untersuchungen an im Winter gefällten, im Bestande zurückgebliebenen Stämmen.

De mest extrema fallen ifråga om svärmningstider representeras av den randiga vedborren å den ena sidan och björksplintborren å den andra, mellan vilka ligger en tidrymd av nära två månader. Vidare se vi, att den större märgborren uppträder i maj och slutar redan den 10 juni, medan den åttatandade barkborren påträffas under två månaders tid och den sextandade barkborren under hela tiden maj—augusti.

Förutom dylika undersökningar över barkborrarnas och andra viktigare sekundära skogsinsekters levnadssätt, vilka även böra omfatta de olika utvecklingsstadiernas längd, bör deras uppträdande studeras genom en mängd analyser av torkande träd och provytor, som ovan framhållits, samt medelst fångstträd av olika slag.

För dessa insekter tillkommer, som ovan framhållits, det ytterst betydelsefulla momentet, att många av dem yngla i fällda stammar eller i stubbar och rötter, som kvarlämnas vid avverkningarna och att deras uppträdande därför i hög grad påverkas av människans åtgörande i skogen.

Därför böra undersökningarna inriktas på att klarlägga inflytandet av avverkningstid, exponerings- och upplägggningssätt, dimensioner, barktjocklek och barkningsgrad.

Som exempel på ett par dylika undersökningar må följande anföras, som belysa den större märgborrens uppträdande. Vid Rödjenäs i Småland undersöktes denna arts förekomst på gallrat virke, hugget omkring den

15 februari i 30-årig skog och kvarliggande i beståndet. De undersökta stammarnas medellängd var 7,8 m. Vad som då först intresserar oss är att veta, huru angreppet fördelar sig på de olika dimensionerna. Detta framgår av bifogade kurva (fig. 15), som säger oss, att stammar med mindre än 5 cm bhd. ej angripits av den större märgborren, men att de tallar, vars blad ligger mellan 5 och 6,5 cm, angripits till en höjd av 3 dcm över marken och att med stigande tjocklek angreppet tilltager och på de största träden, mätande i medeltal 10,3 cm i bhd., sträckte sig 1,4 m över marken. Härav framgår omedelbart, efter vilka principer barkning i detta fall bör verkställas, för att man med minsta arbete skall kunna undvika att befordra den större märgborrens förökning. Det är tydligen fullt tillräckligt att barka den nedre 1,5 m av de grövre stammarna.

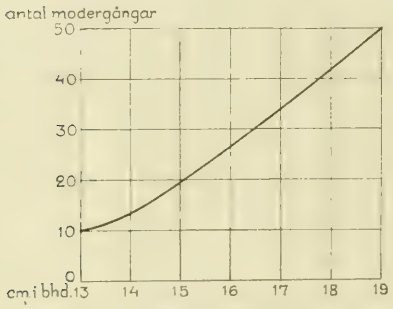


Fig. 16. Grafisk framställning av sambandet mellan brösthöjdsdiametern och totala antalet modergångar av den större märgborren på tallstammar, vinterfällda, utkörda och upplagda exponerat på våren. Rödjenäs 1923.
Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Brusthöhediameter und der Zahl der Muttergänge von *Myelophilus piniperda*, nach Untersuchungen an im Winter gefällten, in dem Frühling exponiert gelegten 4 m. langen Stämmen.

I detta samband är det också av intresse att veta det närmare sambandet mellan de fällda trädens dimensioner och den större märgborrens yngelmöjligheter. Bifogade kurva (fig. 16) är uppgjord på grundval av undersökningar vid Rödjenäs utförda den 13 juni på gallringsvirke, hugget i oktober—november, kvistat och utkört på öppen plats i december. Vi se av densamma, att antalet modergångar på de 4 m långa stockarna stiger hastigt med tilltagande diameter och i själva verket hastigare än stockarnas yta ökas. Medan antalet modergångar på en stock med 13 cm bhd. är 10, så stiger antalet på en 19 cm stock till det femdubbla.

För att få en föreställning om vilken förökningssiffra detta motsvarar, är det nödvändigt att undersöka modergångarnas längd och äggfickornas antal. En dylik undersökning utförd vid Kolleberga den 15 juni gav vid handen, att medellängden av omkring 500 modergångar vid denna tid var 9,6 cm och att 66 % av modergångarna mätte 9—13 cm. Förhållandet mellan modergångens längd av antalet äggfickor synes av den bifogade kurvan (fig. 17). Av denna framgår, att medeltalet äggfickor för en 9,5 cm modergång är omkring 60 st. En av de vid Rödjenäs undersökta 4 m stockarna med 19 cm bhd. skulle således hysa omkring 3,000 ägg. Denna siffra uttrycker naturligtvis ej den större märgborrens verkliga förökningssiffra, utan visar blott, vad som skulle kunna utveckla sig, om ej rovinsekter och parasiter lade hinder i vägen.

Lyckligtvis finnas dylika i massa, varför den faktiska förökningen eller, som SEITNER (s. 11—12) kallar den, utbredningsfaktorn är betydligt lägre. För att få reda på denna faktor, som bör var olika under olika år av en härjning, böra våra viktigaste skogsinsekters fiender och deras betydelse noggrant utforskas.

Avverkningstidens och de fällda trädens exponerings betydelse äro också viktiga frågor att utreda. En undersökning häröver har redan förut publicerats (5 s.), men det torde vara skäl att i detta sammanhang i korthet rekapitulera resultaten av densamma i anslutning till bifogade tabell. Med den i tabellen valda grafiska metoden vinner man den fördelen, att de olika arternas val av yngelträd blir lätt att överskåda och olika serier lätt kunna jämföras med varandra, varjämte de olika avverkningstidernas inverkan på barkborrefaunan omedelbart framgår.

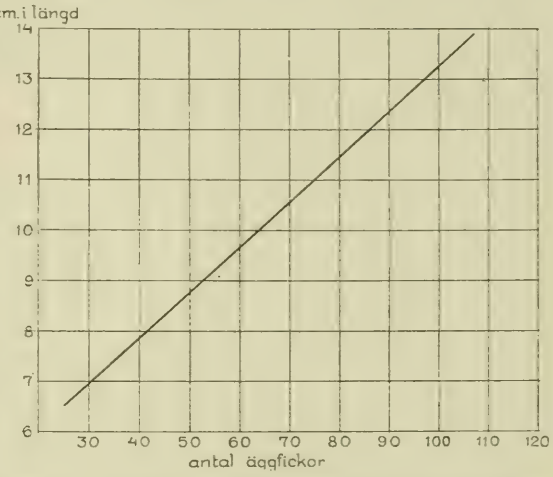


Fig. 17. Grafisk framställning av sambandet mellan längden på den större märgborrens modergångar och antalet äggfickor, enligt undersökningar, utförda på torkande tallar vid Kolleberga juni 1923.

Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Länge des Mutterganges von *Myelophilus piniperda* und der Zahl der Eier.

Försöken utgingo från det antagandet, att man genom att till barkborrarnas svärmningstid ha gjort i ordning åt dem ett antal fällda stammar, som endast avveko från varandra ifråga om avverkningstid och exponering, skulle kunna se, efter vilka principer de utvalde sina yngelträd. För att ge fullt tillfredsställande resultat, borde naturligtvis alla stammar, som skulle jämföras med varandra, vara fullständigt överensstämmande i fråga om dimensioner, barktjocklek, ålder m. m. Detta har ej iakttagits vid detta mera förberedande försök, som var av mera preliminär natur och blott avsåg att utröna, om metoden var användbar. Tabellen är därför mycket skematisk, bl. a. emedan avverkning av yngelträd skett blott en gång i månaden; linjernas början och slut äro därför ej fullt säker och särskilt gäller detta om den bleka bastborren och den randiga vedborren under tiden januari—mars, då inga huggningar verkställdes.

På tabellen kan emellertid omedelbart avläsas, att de där förekommande arterna fördela sig på tre olika grupper.

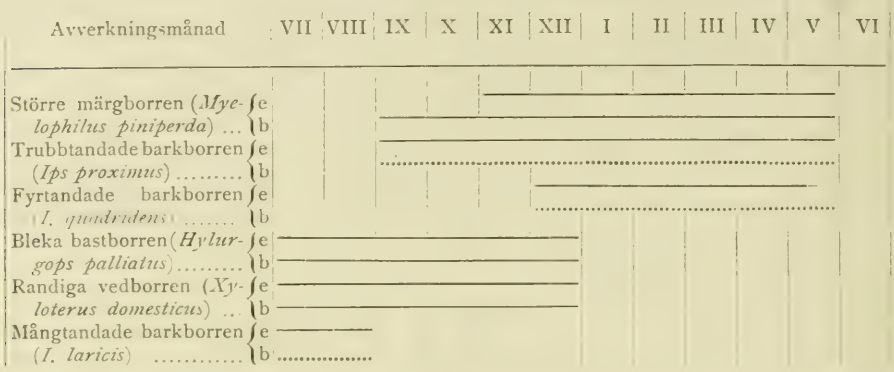


Fig. 19. Tabell, utvisande avverkningstidens inverkan på barkborrefaunans sammansättning. Försök vid Gammelkroppa 1918—1919; *e* = exponerad; *b* = beskuggad; — = förekomst av en art; ···· frånvaro på den ena lokalen, om arten samtidigt förekom på den andra.

Tabelle, die Einverkung der Zeitpunkt, wo die Fangbäume gefällt wordon sind (VII = Juli u. s. w.), auf die Zusammensetzuug der Borkenkäferfauna. *e* = exponiert; *b* = beschattet; — = Vorkommen einer Art; ··· = Fehlen einer Art auf der einen Lokale wenn sie zu gleicher Zeit auf der anderen vorkommt.

Till den första gruppen, omfattande de arter som välja det friskaste virket, höra den större märgborren, den trubbtandade barkborren och den fyrtandade barkborren.

Till den andra gruppen, omfattande de utpräglat sekundära arterna, höra den bleka bastborren och den randiga vedborren, vilka ynglat i de stammar som fällts tidigast och legat längst ute i skogen.

Den tredje gruppen omfattar blott en art, den mångtandade barkborren, som ej ynglat i andra stammar än dem, som fällts senast i augusti föregående år.

Denna de olika barkborrarternas uppdelning i tre grupper allt efter tidpunkten för yngelträdens fällning är ett uttryck för den specialisering, som utbildats hos dem, framtvingad av konkurrensen om födan. Vi finna nämligen, att de arter, som tillhöra samma grupp, avvika från varandra i fråga om valet av barktjocklek eller dimensioner, så att konkurrens dem emellan därigenom undvikes. Av de till den första gruppen hörande arterna ynglar nämligen den större märgborren under den tjocka barken i nedre delen av stammen, medan den trubbtandade barkborren väljer spegelbarken och den fyrtandade gör sina gångar på grenarna. På samma sätt förhåller det sig med den andra gruppens båda arter, ty den bleka bastborren ynglar under barken, medan den randiga vedborren går in i veden, varför ingen konkurrens dem emellan om utrymmet förekommer.

Ej mindre viktig än kännedomen om våra skogsinsekters vanor är utforskandet av deras geografiska utbredning. Huru litet vi veta om denna, torde bäst belysas av ett exempel. Innan barkborrarnas geografiska ut-

bredning började studeras vid Statens Skogsförsöksanstalt, var den strimmiga granborren (*Cryphalus abietis* RATZ) endast känd från Västergötland, där den påträffats av Gyllenhal i början av 1800-talet. I själva verket är arten utbredd över hela Sverige och förekommer allmänt.

Det är ej enbart av teoretiskt intresse att lära känna våra barkborrars geografiska utbredning utan av stor praktisk betydelse, som framgår av följande exempel. Som bekant äro den större och den mindre märgborren tallens värsta fiender bland barkborrarna och deras förökning måste därför energiskt motarbetas genom att fällda stammar, som kvarligga i skogen över sommaren, barkas. Den större märgborren ynglar under den tjockare barken i stammens nedre del, medan däremot den mindre håller till under den tunna barken i stammens övre del. Finnas båda arterna tillsammans, så kan man därför ej undgå att barka hela stammen. Emellertid har det visat sig, att den mindre märgborren, även om den har samma utbredningsområde som den större, dock i stora delar av Sverige, ungefär norr om linjen Sundsvall—Östersund, av obekant anledning är så pass sällsynt, att ingen hänsyn behöver tagas till dess angrepp på fällda stammar.[1]

I den del av landet, där den mindre märgborren är så sällsynt, intages dess plats av den skarptandade barkborren. Men som tidigare framhållits (sid. 5), är denna senare art endast under vissa bestämda betingelser en skadegörare, och i allmänhet behöver ingen hänsyn tagas till densamma. Härav följer, att norr om linjen Sundsvall—Östersund behöver man endast barka tallen mot den större märgborren, vilket innebär en högst betydande arbetsbesparing. Det är därför av vikt att veta, huru högt upp på stammen man behöver barka för att skydda sig mot den större märgborren. Bifogade analys från Gyljen visar, huru de båda arterna dela upp stammen mellan sig. I detta fall skulle man följaktligen blott behöva barka den nedre 2,5 m av stammen.

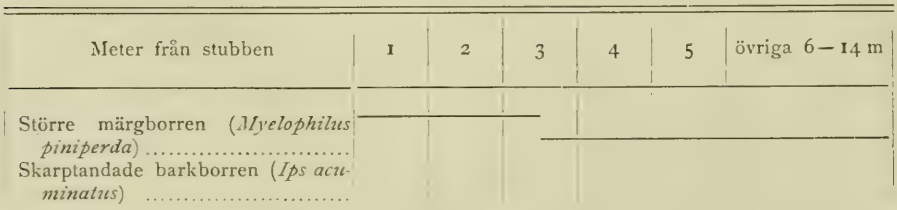


Fig. 20. Analys av okvistad tall, 14 m lång, fälld den 15 maj 1922, liggande exponerad, undersökt i juli 1922. Gyljen nära Kalix.

Analyse eines 14 M. langen, 15 Mai 1922 gefällten Kiefers, nicht enstatet und exponiert gelegt. Untersucht Juli 1923.

[1] Dess angrepp lågt ned på stående tallen vid Särna (jmf sid. 10) bör dock ihågkommas.

I allmänhet kan man säga, att det är säkrast att barka så långt upp som skrovelbarken går, vilket som bekant kan vara mycket olika hos olika stammar. För att utröna sambandet mellan stammens dimensioner och den höjd, till vilken den större märgborren gick i beståndet vid Gyljen, gjordes en undersökning, på fällda stammar, vars resultat framgår av kurvan i fig. 21.

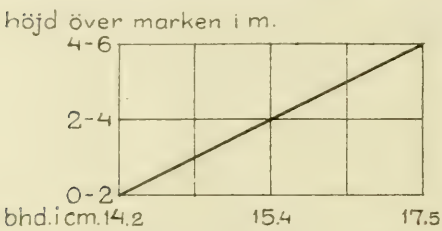


Fig. 21. Grafisk framställning av sambandet mellan de fällda tallstammarnas dimensioner och den höjd, till vilken den större märgborren går. Enligt undersökningar juli 1922 på fångstträd vid Gyljen i Norrbotten.

Grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Grösse der Kiefernstämme und der Höhe, wozu der grosse Waldgärtner angreift. Nach Untersuchunge auf Fangbäumen Juli 1922 in Gyljen, Norrbotten.

Vi se av densamma, att vid en brösthöjdsdiameter av 14,2 cm ynglar den större märgborren till 2 m höjd över marken, stiger brösthöjdsdiametern till 17,5 cm, så ökas det område, som angripes av märgborren, till 6 cm. Av denna undersökning torde framgå vikten av att man känner barkborrefaunan i olika delar av landet.

I det föregående har jag sökt belysa några av skogsentomologiens mål och metoder. Någon fullständig och uttömmande redogörelse för dessa har ej avsetts och skulle för övrigt ej vara möjlig att ge, då bland annat hela det vidlyftiga problemet och markens djurliv och dess inverkan på skogens liv ej ännu har kunnat angripas och ö. h. t. dess utforskande ej kan upptagas, innan arbetskraften vid den skogsentomologiska avdelningen förstärkts.

LITTERATURFÖRTECKNING.

FICKENDEY, E. Zur biologischen Schädlingsbekämpfung — Zeitschrift für angewandte Entomologie. Bd 9. H. 2. S. 417—418. Berlin 1923.

SEITNER, M. Kurze Anleitung zur Bekämpfung des 8-zähnigen Fichtenborkenkäfers. 15 s. Wien 1922.

THOMSON, J. A. Man and the web of Life, i Animal life and human progress. London 1919.

TRÄGÅRDH, IVAR (1). Om de klimatiska faktorernas inflytande på insekternas uppträdande. Skogshögskolans festskrift. S. 428—447. Stockholm 1917.

—— (2). Lärkens skadeinsekter, i G. SCHOTTE: Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 13—14, 1916—17. S. 669—675. Stockholm 1917.

—— (3). Skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 15, 1918. S. 69—116. Stockholm 1918.

—— (4). Undersökningar över nunnans uppträdande i Gualöv 1915—1917. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 17. N:r 4, 1920. S. 301—328. Stockholm 1920.

—— (5). Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelse och bekämpande. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 18. N:r 1. S. 1—80. Stockholm 1921.

—— (6). Skogsinsekternas skadegörelse under 1918. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 18. N:r 6. S. 281—314. Stockholm 1921.

—— (7). Björksplintborren och trädödaren, två fiender till våra björkdungar. — Lustgården. Årsskrift för Föreningen för Dendrologi och parkvård. Årg. 2. 1921. S. 119—127.

RESÜMEE.

Ziele und Wege in der Forstentomologie.

Eine der wichtigsten Tatsachen, welche die moderne biologische Forschung zu Tage gebracht hat, ist der intime Zusammenhang, der zwischen den lebenden Organismen besteht. Die Lebensäusserungen jedes Geschöpfs greifen in diejenigen andrer hinein, und eine stetige Wechselbeziehung manifestiert sich in allen Richtungen.

Nicht am wenigsten im Walde sehen wir, wie diese Wechselwirkung Ausdruck findet. Es wird wohl auch nunmehr allgemein von den Forstmännern eingesehen, dass z. B. das Wachstum der Bäume von den sich im Boden abspielenden Prozessen abhängt. Dagegen giebt es wahrscheinlich viele Forstmänner, welche nicht einsehen, dass auch die Forstinsekten ein ganz normaler und so zu sagen legitimer Bestandteil des Waldes sind.

Wahrscheinlich zufolge der grossen Ähnlichkeit, welche in mehreren Hinsichten ohne Zweifel zwischen Insektenverheerungen und Krankheitsepidemien besteht, betrachtet man die Tätigkeit der Forstinsekten als eine Krankheit der Bäume, womit man unbewusst den Gedanken verknüpft, dass sie etwas Abnormes darstellen. Diese Betrachtungsweise führt dazu, dass man bei seinem Handeln und Wandeln im Walde nicht genug die eventuellen forstentomologischen Konsequenzen berücksichtigt, die in der Zunkunft sich einstellen können.

Die Wichtigkeit, immer die Anwesenheit der Forstinsekten in Betracht zu nehmen, ist schon früher vom Verfasser (1) mit aller Schärfe betont worden. Da es aber unmöglich ist, dieses Prinzip ausführlich genug zu beleuchten, werden im folgenden einige Beispiele vorgeführt, welche die Richtigkeit des Prinzipes bestätigen.

So berichtet SOMMERWILLE aus England, dass man bei Abholzung eines Kiefernbestands, der unmittelbar in der Nähe eines Lärchenbestands wachs, die Stämme unentrindet über den Sommer liegen liess, was zur Folge hatte, dass sie vom Waldgärtner befallen wurden und dass die nächste Generation desselben ihren Ernährungsfrass in den Kronen der Lärchen machen musste, da keine Kiefern mehr vorhanden waren. Zufolge der Beschädigung starben die Lärchen.

In ähnlicher Weise wurde 1915 bei Wingåker in Schweden ein Angriff von *Ips typographus* auf Lärche dadurch herbeigeführt, dass in der unmittelbaren Nähe des isolierten, kleinen Bestandes Fichtenstämme gelagert wurden, welche von diesem Borkenkäfer infiziert waren.

In dem dritten Falle war der Mensch verhältnismässig ohne Schuld, da es schwer war vorauszusehen, was gesschehen würde. Nahe Storebro in Östergötland gab es eine 6-jährige Kiefernkultur unweit eines alten Fichtenbestandes. In diesem Bestand war der Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans*) offenbar ziemlich allgemein, ohne dass man davon wusste. Bei der Abholzung des Fichtenbestandes wurde der Riesenbastkäfer gezwungen auf den Kiefernpflanzen zu brüten; dies gelang zwar nicht, aber zufolge der grossen Gänge, die oft rings um die Pflanzen ausgehöhlt wurden (Fig. 1 und 2), starben die Pflanzen.

Sehr deutlich tritt auch die Einwirkung einer geiwssen forstlichen Methode auf das Auftreten der Forstinsekten bei dem scharfgezähnten Borkenkäfer (*Ips acuminatus*) zutage.

Dieser Borkenkäfer ist im nördlichen Schweden eine der am allgemeinsten vorkommenden Arten und ein typischer Einwohner der Kiefern-Kahlschlagfläche, welcher dank seines Vermögens auch in schmalen Zweigen zu brüten in diesen Lokalen immer genug Brutmaterial hat und daher selten stehende Bäume angreift. Unter gewissen ganz bestimmten Bedingungen kann die Art aber als Schädling auftreten. Wenn man auf einer Kahlschlagfläche Mutterbäume zurücklässt und beim Hauen derselben nach 12—15 Jahren, wenn in der Zwischenzeit ein Kiefernnachwuchs aufgewachsen ist, die Wipfel der Kiefern in dem jungen Kiefernwald liegen lässt, so wird der scharfgezähnte Borkenkäfer durch diese in solcher Menge herangelockt, dass nicht alle da Brutgelegenheit finden können und deshalb die jungen Kiefern angreifen, welche dadurch getötet werden (Fig. 3).

In dieser Weise werden durchschnittlich 10 junge Kiefern pro jeden zurückgebliebenen Wipfel getötet, was etwa 20 % sämtlicher Kiefern entspricht, wenn man mit 100 Mutterbäumen und 5 000 jungen Kiefern bei dem Hauen der Mutterbäume rechnet.

Wenn man die Forstentomologie mit der landwirtschaftlichen Entomologie vergleicht, so ergeben sich unmittelbar gewisse Verschiedenheiten. Vor allem besteht unter den Forstinsekten ein grundwesentlicher Unterschied zwischen den primären und den sekundären Schädlingen.

Die sekundären Insekten findet man besonders unter den Arten, welche unter der Rinde oder im Holz der Bäume leben. Der Grund dazu, dass sie kranke Bäume vorziehen, ist die Fähigkeit der gesunden Bäume gegen die Angriffe kräftig zu reagieren. Sollte es auch z. B. einem Borkenkäfer gelingen seinen Muttergang mit den Eigrübchen fertig zu machen, so würden entweder die Eier oder die jungen Larven in den durch die Wunde ausfliessenden Säften getötet werden, so dass die Brut zu Grunde geht. Als Beispiel dafür, wie lange ein Baum in dieser Weise einem wiederholten Angriff wiederstehen kann, möchte ich folgende Beobachtung mitteilen.

Nahe der Forstschule Grönsinka in Gästrikland waren einige Birken seit wenigstens 14 Jahren den Angriffen von *Scolytus Ratzeburgi* ausgesetzt. Der Käfer kam von einem Birkenbrennholzlager in der unmittelbaren Nähe. Während zwölf Jahren wurden diese Angriffe, in einem Falle nahe 90 Stück, von der Birke abgewiesen. Bei meinem Besuche 1920 waren auf den Stämmen grosse Wunden zu sehen, in deren Mitte noch die kurzen Larvengänge deutlich zu sehen waren (Fig. 4 a und b). Erst im Jahre 1919 gelang es den Käfern zu brüten (6 Muttergänge) und 1920 waren 29 gelungene Muttergänge vorhanden.

Auch bei andern Borkenkäfern kommen oft solche misslungene Muttergänge vor (Fig. 5 a und b), welche zeigen, dass die Bäume sich gegen sie oft wehren können.

Die Tatsache, dass so viele bedeutende Forstschädlinge sekundäre sind, ist von der grössten Bedeutung, denn gerade diese Forstschädlinge brüten auch in gefällten Bäumen, Stümpfen und Wurzeln. Und deshalb üben die Massnahmen, die der Mensch im Walde vornimmt, einen grossen Einfluss auf das Vorkommen und Auftreten dieser Insekten aus. Eine Tatsache, welche zwar

verhängnisvoll ist, aber anderseits uns auch eine *Möglichkeit* bietet durch geeignete Gegenmassnahmen unter Berücksichtigung der Biologie der verschiedenen Arten sie zu kontrollieren.

Das Vorkommen von sekundären Schädlingen, deren Auftreten sich von den Massnahmen des Menschen in vielen Fällen beeinflussen lässt, ist für die Forstinsekten charakteristisch und muss deshalb in hohem Grade sein Gepräge auf die Forstentomologie drücken.

Ein anderer Unterschied zwischen der Forstentomologie und der landwirtschaftlichen Entomologie besteht darin, dass es dem Forstentomologen zufolge der Grösse und langen Lebenszeit der Bäume möglich ist in Einzelheiten nicht nur das Verhalten von Bäumen verschiedenen Alters und Grösse zu folgen sondern auch durch entomologische Stammanalysen die Reihenfolge, in der die verschiedenen Arten auf einander folgen, zu studieren.

Einige solche Analysen werden hier beigefügt (Fig. 6—9). Aus der ersten Analyse geht hervor, dass *Pissodes*-Arten oft den Angriff der beiden Waldgärtner-Arten vorbereiten.

Aus der nächsten Analyse ist ersichtlich, dass *Peridermium* wahrscheinlich 1920 angefangen hat. Darauf folgte 1921 oben in der Krone *Pissodes piniphilus* und im nächsten Jahre *Myelophilus piniperda*. Die dritte Analyse aus Särna in Dalekarlien zeigt uns nicht, in welcher Reihenfolge die einzelnen Arten angegriffen haben, deren Opfer die Kiefer schon seit einigen Jahren war, zeigt uns aber, dass die beiden Waldgärtner mit dem scharfgezähnten Borkenkäfer zusammen arbeiten können.

Die vierte Analyse schliesslich erzählt uns, unter welchen Umständen die für Schweden neue Art *Carphoborus Chodlodkovskyi* gefunden worden ist. Es ergiebt sich daraus, dass die betreffende Kiefer in der Krone von *Pissodes piniphilus* 1921 befallen wurde. 1922 folgten dann an der Basis *Myelophilus piniperda* und vereinzelte *M. minor*, und erst im folgenden Jahre trat in dem bisjetzt nicht befallenen Teil des Stammes *Carphoborus* auf.

Es liegt auf der Hand, dass, wenn man eine solche Analyse zu Verfügung hat, man viel mehr von der Lebensweise der betreffenden Art weiss, als wenn es nur angegeben wird "auf einer trockenen Kiefer gefunden".

Um exakte Kenntnisse über die Lebensweise der Borkenkäfer und anderer Insekten mit ähnlichen Gewohnheiten zu bekommen, sind solche Analysen wie die oben erwähnten von dem grössten Wert, und wir müssen daher alle Gelegenheiten benutzen, um solche Analysen zu sammeln.

Eines der zentralen Probleme der angewandten Entomologie ist die Frage, wie die Insektenverheerungen entstehen. Betreffs der primären Schädlinge nimmt man allgemein an, dass ihre periodisch vorkommenden Verheerungen durch klimatische Faktoren herbeigeführt werden. In welcher Weise diese Faktoren die Massenvermehrung bewirken, davon wissen wir allerdings bisjetzt sehr wenig, und eigentlich sind wohl die einzelnen Beziehungen zwischen Klima und Vermehrung nur betreffend der nordamerikanischen Blattlaus *Toxoptera graminum* genau klargelegt worden.

Ausserdem scheinen betreffs des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius*) die in Deutschland und Schweden konstatierten Tatsachen eine gewisse Deutung der Beziehungen des Klimas zu dem Insekt zu erlauben und es wahrscheinlich

machen, dass die Tätigkeit der Pilze, welche gewöhnlich ein begrenzender Faktor des Spanners sind, in den trockenen Jahren so herabgesetzt wird, dass die Zahl der Kiefernspanner in die Höhe springt.

Die Genese der Massenvermehrungen unserer wichtigeren schädlichen Insekten auszuforschen, ist eines der meist zentralen Probleme der angewandten Entomologie.

Dazu gehören aber teure experimentelle Anordnungen, die wenigstens gegenwärtig nicht in unserem Lande vorhanden sind, und es dürfte auch notwendig sein, dass einige unserer Entomologen die in Amerika mit Erfolg benutzten Methoden studierten.

Auch betreffs der Bekämpfung der primären Insekten besteht ein grosser Unterschied zwischen der Forstentomologie und der landwirtschaftlichen Entomologie. Zufolge der Grösse der Bäume und der Wälder scheint es von vorne herein fast ausgeschlossen zu sein direkte Bekämpfungsmittel anzuwenden.

Der Forstentomologe muss statt dessen alle seine Bestrebungen darauf konzentrieren, Metoden den Verheerungen vorzubeugen ausfindig zu machen. Deshalb muss die Biologie der Forstinsekten und alle Faktoren, die mit ihrem Auftreten zusammenhängen, klargelegt werden.

In vielen Fällen wird es sich ohne Zweifel herausstellen, dass diese vorbeugenden Massnahmen oft darin bestehen werden, dass wir mehr als bis jetzt nicht nur die Mischung verschiedener Bäume und verschiedener Altersklassen berücksichtigen, sondern auch die Zusammensetzung der ganzen Waldflora mit in Betracht nehmen. Denn je abwechselnder die Vegetation ist, desto reicher ist die Phytofagfauna und infolge davon die Parasiten und Raubinsektfauna.

Um diese Behauptung näher zu beleuchten, möchte ich die Beobachtungen vorführen, welche bei dem Nonnenangriff in Gualöv gemacht worden sind. Unter den Schlupfwespen, die die Nonnenpuppen angriffen, waren drei *Pimpla*-Arten, *P. arctica, P. instigata* und *P. examinata* die gewöhnlichsten. Ein Teil von ihnen kam im Herbst hervor, der Rest im folgenden Jahr. Auch die letzteren müssten aber mehrere Monate warten, bis sie die Nonnenpuppen eibelegen könnten, wenn nur dieser Wirt vorhanden wäre. Die obengenannten *Pimpla*-Arten sind aber sehr polyphag und unter ihren Wirtstieren befinden sich etwa 20 Schmetterlinge, die unserer Fauna angehören. Die Nahrungspflanzen dieser Schmetterlinge gehören zu den Gattungen *Salix, Populus, Rosa, Plantago, Cynoglossum, Rumex* und *Calluna*.

Die Möglichkeit der *Pimpla*-Arten in Gualöv wirksam zu sein hängt also von der Vegetation ab. Wir sehen hier wieder ein Beispiel davon wie die eine Erscheinung in die andere eingreift.

Ein anderer Fall, der auch die indirekte Einwirkung der Vegetation auf die Parasiten beleuchtet, liegt wahrscheinlich vor in dem sonderbaren Auftreten von *Cidaria dilutata* in der Birkenregion der skandinavischen Hochgebirge. Diese Art, welche in dem grössten Teil von Europa verbreitet ist, zeigt nur in diesen oben erwähnten Gegenden periodische Massenvermehrungen (Fig. 11). Eine vom Verf. vorgenommene Untersuchung ihrer Parasiten zeigt, dass ihre Hauptfeinde *Rhogas circumscriptus* und *Itoplectis alternans* sind, beide ausgesprochen polyphage und ausserdem weit verbreitete Arten sind. Wenn wir annehmen, dass in den Hochgebirgen ihr einziger Wirt *Cidaria*

dilutata ist, so erklärt sich dadurch das eigentümliche Auftreten des Spanners. Denn die beiden Parasiten, die in den übrigen Teilen ihres Verbreitungsgebietes infolge ihrer Polyphagie immer eine ziemlich hohe Zahl aufweisen können, müssen in den Hochgebirgen gewöhnlich äusserst selten sein, da *Cidaria* in normaler Zahl vorkommt; wenn durch klimatische Faktoren begünstigt *Cidaria* zunimmt, dauert es ein paar Jahre, bis die Parasiten sich in dem Grade vermehren können, dass sie *Cidaria* einholen.

Bei den Untersuchungen über das Auftreten der Forstinsekten müssen Probeflächen möglichst oft angewendet werden und zwar nicht nur während grosser Verheerungen, sondern auch bei normalen Vorkommen der Insekten. Nur in dieser Weise wird es uns allmählich gelingen objektive Urteile über ihr Auftreten zu formulieren.

Als Beispiel dieser Methode möchte ich hier einen Fall anführen, bei dem Angriff der Nonne in einem isolierten ca. 50-jährigen Kiefernbestand. Um die Einwirkung des Angriffs auf die Kiefern zu studieren, wurde eine Probefläche ausgelegt (Fig. 12) und sowohl der Umriss der Stämme und ihre Abstände von einander wie auch der Umriss der Kronen genau gemessen und auf eine Karte projiziert, wobei der Massstab bei der Messung der Abstände vier mal so gross genommen wurde als bei den Bäumen.

Aus der Karte geht sehr deutlich hervor, dass nur einige kleine Bäume mit verkümmerten Kronen durch den Angriff des grossen Waldgärtners zugrunde gegangen sind und zwar nicht mehr, als was man durchschnittlich in den nicht durchforsteten Kiefernwäldern findet. Die Untersuchung bestätigt somit die Richtigkeit der früheren Auffassung, dass die Kiefer eine hohe Wiederstandsfähigkeit gegen die Nonne hat.

Auch bei den Untersuchungen über *Ips typographus* hat diese Methode mit Probeflächen gute Dienste geleistet. In Schweden wird das Auftreten dieses Borkenkäfers dadurch gekennzeichnet, dass er die Fichten in Gruppen von einigen bis einigen Hunderten angreift. Es scheint als ob periodisch ein Wandertrieb sich manifestierte ganz wie bei einigen amerikanischen *Dendroctonus*-Arten. Um diese Annahme zu prüfen, wurde in Hofors, wo der Borkenkäfer seit Jahren solche isolierte Angriffe gemacht hatte, im Jahre 1921 eine Probefläche ausgelegt, eine Gruppe Fichten umschliessend, wo man zu dieser Zeit angegriffene Bäume von 1919, 1920 und 1921 unterscheiden konnte und zwar eine Anzahl von resp. 19, 78 und 22. Die 1922 vorgenommene Revision hat gezeigt, dass an diesem Platze keine einzige Fichte auf der Probefläche angegriffen war.

Hier ist es also gelungen festzustellen, dass der Fichtenborkenkäfer drei Jahre an einem Fleck geblieben ist und nachher emigrierte. Und die Ursache? Aus der Untersuchung ergibt sich, dass der Angriff im zweiten Jahre seine Höhe erreicht hatte und im dritten Jahre schon zurückgegangen war. Es müssen also kontrollierende Faktoren vorhanden sein, und tatsächlich hat die 1921 vorgenommene Untersuchung gezeigt, dass ein sehr grosser Prozent, etwa 90 %, der Larven von Parasiten befallen (Fig. 13) oder von Raubinsekten getötet worden war. Man bekam den lebhaften Eindruck, dass, wären die Borkenkäfer nach einem Jahr an derselben Stelle gewesen, würden sie von ihren zahlreichen Feinden ganz vernichtet worden sein. Der Ge-

danke liegt deshalb nahe, dass der Emigrationstrieb als ein Schutzmittel gegen die Feinde entstanden ist.

Auch die sekundären Insekten werden natürlich von den klimatischen Faktoren beeinflusst. Direkt u. a. dadurch, dass die Schwärmzeit beschleunigt oder verzögert wird und indirekt durch diese Faktoren u. a. durch das Entstehen von Schnee- und Windbruch und die Vermehrung der Brutbäume.

Die Einwirkung des Klimas auf unsere gemeinen Borkenkäfer sollte deshalb auf Fangbäumen jährlich in verschiedenen Teilen des Landes nach einem gemeinsamen Plan eine längere Zeit hindurch in Verbindung mit meteorologischen Beobachtungen studiert werden.

Als Beispiel einer solchen Untersuchung wird eine Tabelle (Fig. 14) beigefügt, in welcher die Resultate einer solchen Untersuchung dargestellt worden sind, ohne dass wir in diesem Zusammenhang auf die Resultate näher eingehen. Ausserdem müssen wir genau die Einwirkung der Abholzungszeit, der Exponierung (auf Kahlschlagflächen oder im Bestand), der Dimensionen, der Dicke der Rinde und des Grads der Entrindung auf die Holz- und Borkenbewohnenden Insekten genau feststellen.

Als Beispiele solcher Untersuchungen werden hier einige graphische Darstellungen beigefügt. Als in einem 30-jährigen Kiefernwald, welcher Mitte Februar durchforstet wurde, die gefällten Stämme deren Mittellänge 7,8 m war, im Walde zurückblieben, brütete der grosse Waldgärtner in diesen Stämmen. Es interessiert uns demnächst zu wissen, wie hoch die Stämme verschiedener Grösse entrindet werden müssen, um die Brut zu vernichten. Es geht dies aus Fig. 15 hervor, woraus wir z. B. entnehmen, dass bei einem Brusthöhediameter der Bäume von 5—6,5 cm, nur die niedrigsten 3 dcm angegriffen werden, steigt der Diameter bis 10,3 cm, so erstreckt sich der Angriff bis in eine Höhe von 1,5 m.

In diesem Zusammenhang ist es auch von Interesse die nähere Relation zwischen den Dimensionen der Kiefernstämme und den Vermehrungsmöglichkeiten des grossen Waldgärtners zu kennen. Diese geht aus der Tabelle Fig. 16 hervor, woraus wir sehen, dass, wenn z. B. auf einem 13 cm dicken Stamm nur 10 Muttergänge vorhanden waren, die Zahl bei einem dicken Stamm auf 50 steigt. Die Relation zwischen der Länge der Muttergänge und der Zahl der Eigrübchen geht aus der Tabelle Fig. 17 hervor.

Die Bedeutung der Hiebzeit und der Exponierung der gefällten Bäume auf die Zusammensetzung der Borkenkäferfauna geht aus der Tabelle Fig. 19 hervor, woraus ersichtlich ist, dass die Borkenkäfer in drei Gruppen geteilt werden können: 1. relativ primäre Arten. *Myelophilus piniperda, Ips proximus* und *I. quadridens*. 2. sekundäre Arten. *Hylurgops palliatus* und *Xyloterus lineatus* 3. tertiäre Arten. *Ips laricis*. Aus der Tabelle geht sehr deutlich hervor, wie die verschiedenen Arten sich an verschiedene Bäume angepasst haben um Konkurrenz zu vermeiden.

Oben habe ich versucht einige Ziele und Wege der Forstentomologie, sowie ich sie auffasse, zu formulieren. Irgendwelche Vollständigkeit habe ich natürlich nicht erstrebt.

PAUL SPESSIVTSEFF

BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM BRUNA ÖRONVIVELNS *(Otiorrhynchus ovatus L.)* MORFOLOGI OCH BIOLOGI.

År 1922 märktes en stor skadegörelse å treåriga granplantor i Hallands läns skogsvårdsstyrelses plantskola i Kungsbacka, framkallad av en vivellarv. C:a 300 meter såddrand voro förstörda och angreppen fortsatte enligt meddelande från länsjägmästaren, friherre G. PFEIFF i oroväckande grad med början i kvarterets kant. I första sängen voro alla plantorna (omkr. 25,000) torra; i den andra voro $^2/_3$ av antalet förstörda och i den tredje och fjärde raden hittades torra granar blott fläckvis, medan övriga granar antagit en gulaktig färg. Följande år utbredde sig angreppen vidare och i en rapport från plantskolan av den 15 april 1923 meddelades, att 400,000 plantor då voro förstörda (se fotografi, taget våren 1923, fig. 1).

På anmodan av prof. TRÄGÅRDH grävde man upp de kvarter, där de sjuka granarna funnos och kvarlämnade endast en del av en säng för vidare observationer över skadegörelsen.

Tidigt på våren 1923 fick Statens Skogsförsöksanstalts entomologiska avdelning för närmare undersökning från nämnda plantskola en stor mängd små sjuka granar, uppgrävda jämte rötter och jord. Vid granskning av detta material funnos såväl på de ovan jorden befintliga delarna som också på rötterna sammanlagt 23 övervintrande skalbaggar och larver i olika utvecklingsstadier, men inga puppor. Skalbaggarna tillhörde arten *Otiorrhynchus ovatus* L. Ehuru larverna voro av olika storlek, avveko de icke från varandra i morfologiskt avseende och tillhörde otvivelaktigt samma art.

Vad skadegörelsen på rotsystemet beträffar, hade den hos de angripna små granarna städse följande gemensamma karaktär. Barken på såväl de tjockare som de finare rotförgreningarna var avgnagad, men rötternas splint visade sig orörd (fig. 2). Ofta voro rötterna, särskilt de finaste, utefter hela sin längd berövade sin bark; ibland voro de ringformigt avbarkade på mer eller mindre breda områden. Då huvudroten avbarkats utefter hela sin längd (fig. 2, A, C), dör granen. Mera sällan växte från rothalsen, ovanför den skadade rotstammen, en mängd nya rötter

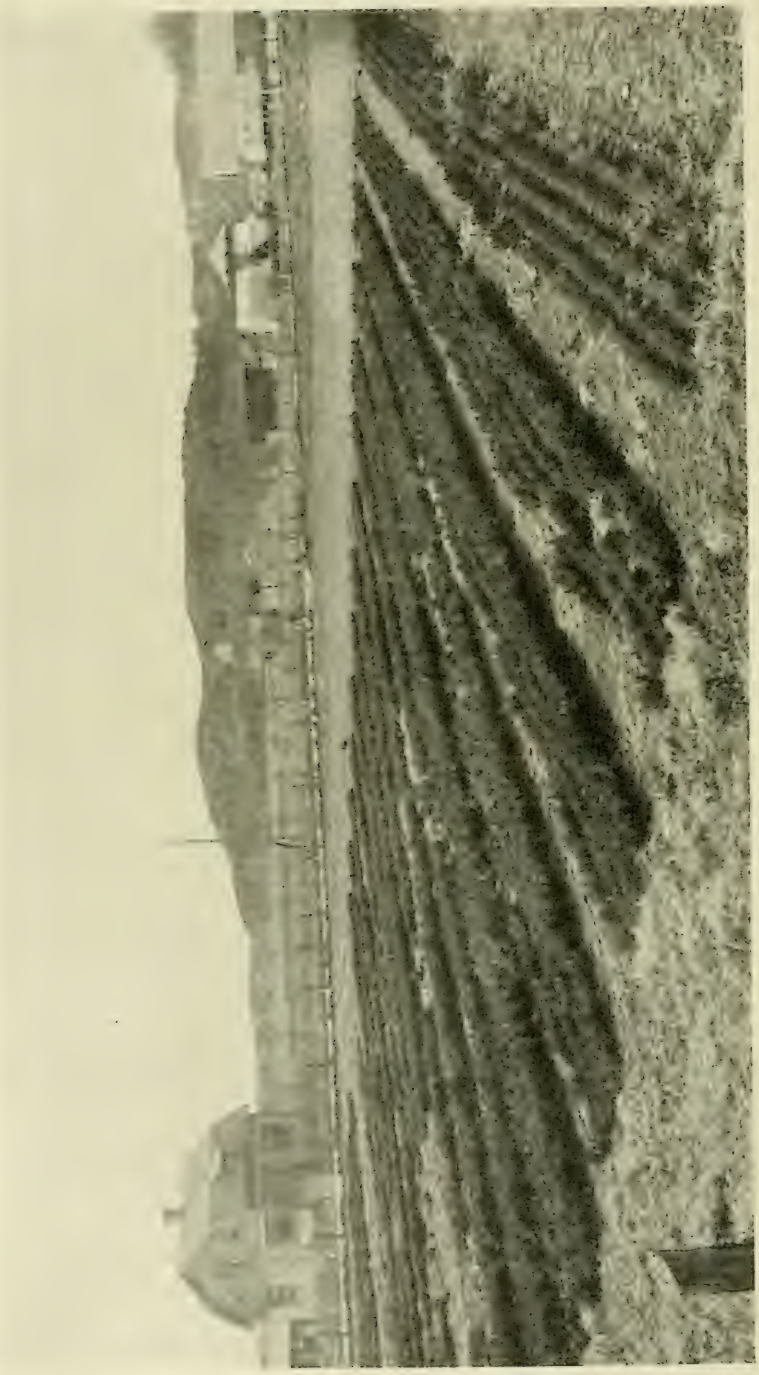


Fig. 1. Fotografisk framställning av plantskolan i Kungsbacka våren 1923.
Photographische Abbildung der Baumschule in Kungsbacka im Frühjahr 1923.

fram (fig. 3), i vilket fall granen blev vid liv och fick ett nytt rotsystem av mycket karaktäristiskt, kvastliknande utseende.

Larvernas ovan beskrivna sätt att skada rotsystemet överensstämmer med ALTUM'S[1] uppgifter om *Otiorrhynchus ovatus* skadegörelser. Dessa

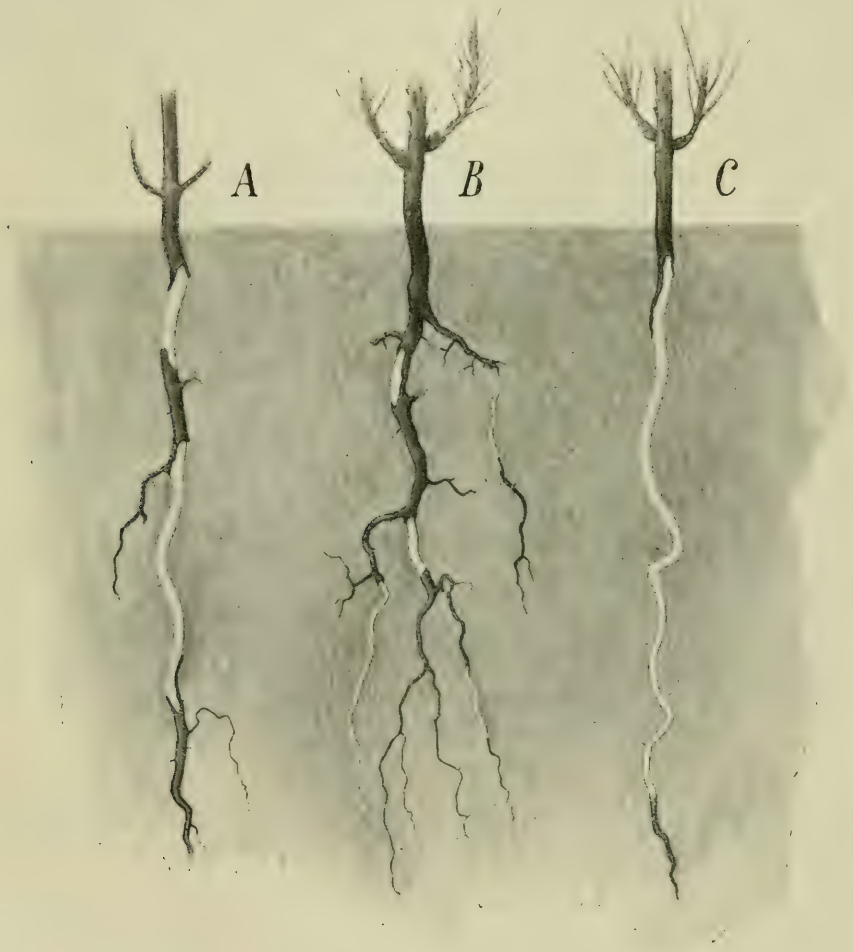


Fig. 2. Skadegörelsens form på rotsystemet framkallad genom larver av *O. ovatus* L.
Art der Beschädigung des Wurzelsystems durch Larven von *O. ovatus* L.

författares uppgifter om biologien inskränka sig emellertid huvudsakligen till beskrivning av skadegörelsen, och deras ofullständiga uppgifter stå fortfarande kvar i de senaste skogsentomologiska läroböckerna. Redan

[1] ALTUM. Zerstörungen junger Fichtenpflanzen durch *Strophosomus coryli* und *Otiorrhynchus ovatus*. Z. f. F. u. J. 1885. XVII. S. 587—591.

1914 publicerade emellertid den amerikanske entomologen R. C. TREHERNE[1] ett noggrant arbete över denna i Nordamerika mycket utbredda art, vari han bl. a. konstaterade förekomsten av en tvåårig generation. Enligt TREHERNE övervintrar den amerikanska *O. ovatus* första gången som larv, andra gången som imago. I motsats till den europeiska *O. ovatus*, som oaktat sin påstådda polyfagi hos oss endast angriper granplantor, är den amerikanska formen känd som fiende till jordgubbar. Även

Fig. 3. Ung gran med genom gnagning blottad huvudrot, på vilken uppstått ett nytt rot-system. Junge Fichte, deren Hauptwurzel kahlgenagt und durch ein neues Wurzelsystem ersetzt ist.

denna form, liksom vår, är polyfag och TREHERNE anför 25 växtarter, vilka skadas av skalbaggen och 16 arter, vilkas rötter angripas av larven, men bland de anförda växterna saknas helt och hållet barrträd. Somliga amerikanska entomologer förmoda, att ifrågavarande art importerats från Europa, men enligt min uppfattning saknas hittills en noggrann morfologisk jämförelse av den europeiska arten med den amerikanska. TREHERNE'S beskrivningar av larven, puppan och imago kunna tyvärr ej användas som material för jämförande undersökningar, emedan de

[1] R. C. TREHERNE. The Strawberry Rootweevil in British Columbia. Entomological Bulletin. No. 8. Ottawa 1914.

äro för korta och för litet detaljerade. De i hans arbete förekommande bilderna av imago och larven giva blott en allmän uppfattning om deras

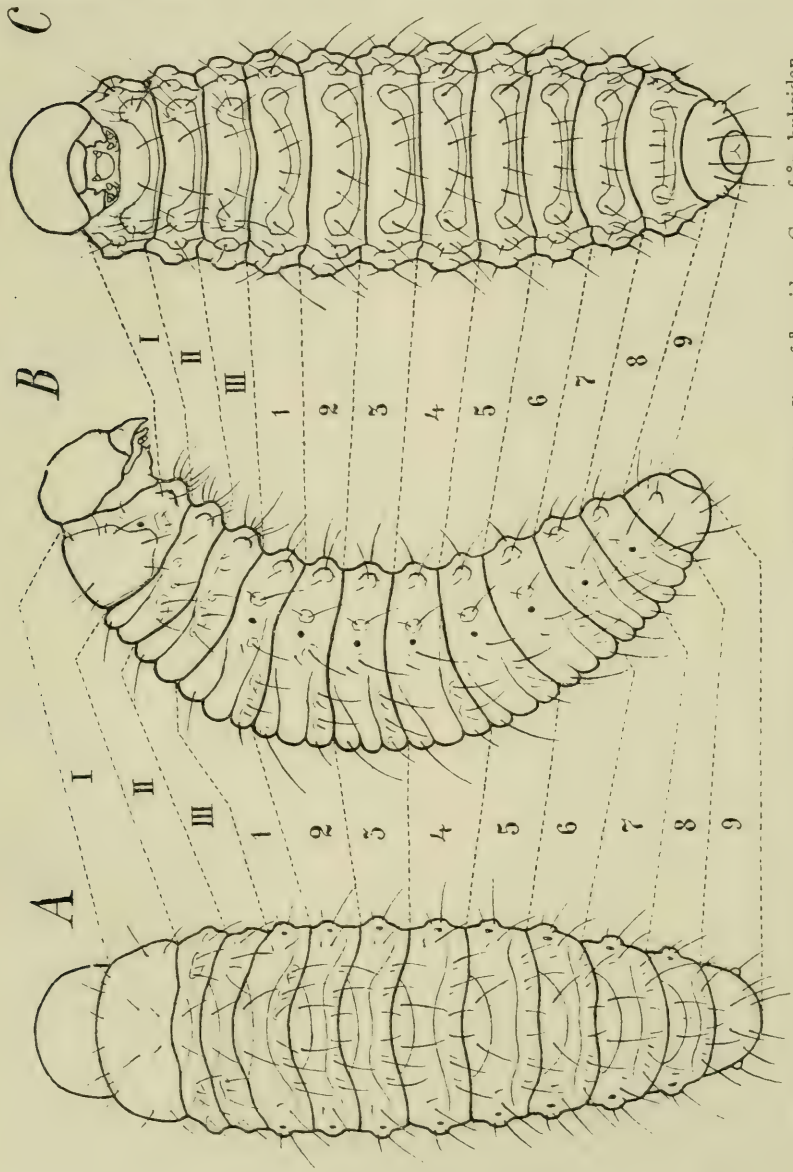


Fig. 4. Halvschematisk bild av *O. ovatus*' larv, A — från ryggsidan, B — från sidan, C — från buksidan. I—III bröstsegment. 1—9 bakkroppssegment
Halbschematische Abbildung der Larve von *O. ovatus*, A — von der Rückenseite, B — von der Seite, C — von der Bauchseite. I—III. Brustsegmenten. 1—9. Bauchsegmenten.

utseende utan att framhäva några karaktäristiska drag. Detsamma kan sägas om den amerikanske entomologen C. M. WEED'S beskrivning av larven.[1] Det är därför icke uteslutet, att dessa former, som i morfolo-

[1] C. M. WEED. Mich. Hort. Soc. Rept. 1884. P. 85.

giskt avseende mycket likna varandra, komma att visa sig vara självständiga, »parallela»[1] arter, utan gemensamt ursprung.

Denna omständighet föranleder oss att här bifoga bilder av både larven, puppan och imago och närmare beskriva denna arts karaktäristiska morfologiska kännetecken.

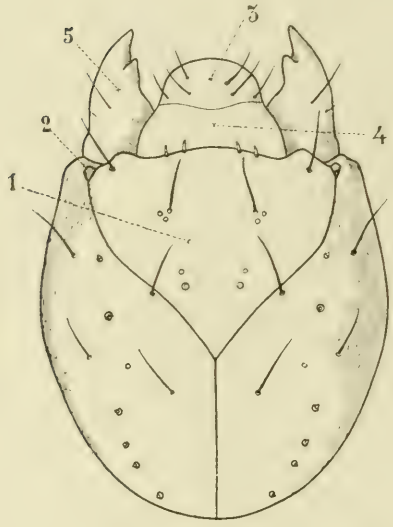


Fig. 5 A. Huvud och mundelar av *O. ovatus'* larv, sett från översidan 1. Panna. — 2. Antenn. — 3. Överläpp (labrum). — 4. Munsköld. — 5. Mandibler.

Kopf und Mundteile der Larve des *O. ovatus* von oben gesehen. 1. Stirn. — 2. Antennen. — 3. Oberlippe (labrum). — 4. Clypeus. — 5. Oberkiefern.

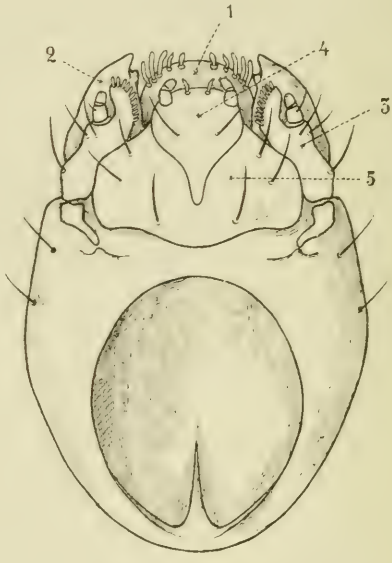


Fig. 5 B. Huvud och mundelar av *O. ovatus'* larv, sett från undersidan. 1. Överläpp. — 2. Mandibler. — 3. Maxill. — 4. Mentum. — 5. Submentum.

Kopf und Mundteile der Larve des *O. ovatus* von unten gesehen. 1. Oberlippe. — 2. Oberkiefern. — 3. Unterkiefern. — 4. Mentum. — 5. Submentum.

Larven (fig. 4) avviker ej från vivellarvernas typ i allmänhet. Den är något långsträckt och till en viss grad spolformig. Kroppen är vit och täckt av ganska långa, glesa, fina borst, som också äro vita. Mer eller mindre tydliga veck dela kroppen i 3 bröst- och 9 bakkroppssegment, vilka i sin tur genom mindre veck ytterligare uppdelas i mindre avskärningar. De på sidorna av kroppen befintliga andhålens antal är 9 par, tillhörande det första bröst- och de 8 främsta bakkroppssegmenten.

Huvudet (fig. 5) är ljusgult med ganska mörkt färgat epistom och de tvåtandade överkäkarnas spetsar ha samma mörka nyans. Huvudets form är densamma som hos flertalet vivellarver. Även de stora borstens placering på huvudet är densamma som hos alla typiska vivlar, hos vilka borstantalet endast varierar på pannan av skilda arter. En bland de få karaktärer, som utmärka arten i fråga, är antalet och fördelningen (fig. 5, A) av de små rudimentära, endast under mikroskopet synliga borst, som stå på likadana runda, stora baser som de normalt utvecklade. Av mundelarna, som hos alla vivellarver hava nästan en och

[2] PAUL SPESSIVTSEFF. Zweites Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäferfauna Schwedens. Entomologisk tidskrift. Upsala 1923.

samma byggnad, förtjänar överläppen i systematiskt syfte det största intresse (fig. 6). De på dennas undersida fästade borsten och andra kitinbildningar äro, vad form, storlek och fördelning beträffar, mycket viktiga, icke endast som släkt- utan även som artkaraktär. Vidstående figur (fig. 6) visar överläppen från den ventrala, d. v. s. inre sidan. På översidan stå liksom hos alla vivellarver 3 par långa borst, som i fig. 6 äro antydda gsnom punkterade linjer. På ventralsidan finnas längs framkanten på vardera sidan 3 långa, tjocka och trubbiga borst, vända i riktning mot mitten av överläppens framkant. Vidare se vi på vardera sidan ett litet mycket tillspetsat borst. Slutligen finnas i framkantens mitt två större trubbiga borst. Utom den ovan beskrivna raden av 10 borst ligga på överläppens ventralsida tre par papiller och i längsriktning två mörkt färgade kitinbildningar, med framtänderna fastgjorda vid läppens inre sida. Dessa bildningar tjäna vidfästandet av epipharynx. Hos olika släkten hava dessa bildningar en särskilt karaktäristisk form, vilken hos de enskilda arterna endast varierar i detaljer. Hos den ifrågavarande arten äro de starkt utåt böjda i främre delen och mot läppens sidokanter. Bakom dessa utböjningar bär vardera bildningen ett litet kitinutsprång, riktat mot läppens medianlinje. Förutom dessa kitinbildningar finnas här ännu tre par kraftiga papiller, som skilja sig från nämnda borst genom mörkfärgat kitin och sin ganska korta, men relativt tjocka form.

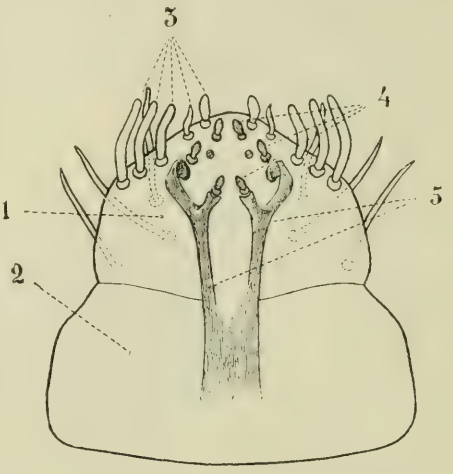


Fig. 6. Överläpp av *O. ovatus* sedd från undersidan. 1. Överläpp (labrum). — 2. Munsköld (clypeus). — 3. Borst. — 4. Överläppspapiller. — 5. Kitinbildningar.
Oberlippe der Larve des *O ovatus* von unten gesehen.

Borstens antal och fördelning på kroppen av *O. ovatus*' larv finnas avbildade å fig. 4. Flertalet av dessa borst stå ensamma eller i grupper (ifall avståndet mellan dem är mycket litet) på skilda upphöjningar, som likna små kuddar. En dylik kudde är täckt av tjockare kitin, vilket klart synes i mikroskopiska preparat, färgade med eosin.

På ryggsidan och på sidorna ovanför andhålen är borstens fördelning följande: 1) på främre kanten av det odelade och oledade pronotum stå två korta borst, i mitten av dess bakre hälft åter två långa borst i kroppens tvärriktning bredvid varandra, och bakom de sistnämnda närmare pronotums bakre kant finna vi ett annat par kortare och på mindre avstånd från varandra stående borst; på vardera sidan av pronotum stå 5 borst, av vilka 3 (med det kortaste i mitten) äro placerade i främre hörnet, det fjärde i det bakre. Mellan detta ensamma borst och gruppen av tre står ännu ett femte borst. 2) På meso- och metanotum, som vartdera av ett veck delas i en främre och en bakre del, äro borsten fördelade på ett och samma sätt. På främre delens mitt stå två borst, på vardera sidan av bakre delen fyra borst, av vilka sistnämnda de tre främsta stå varandra närmast och äro placerade på en och samma upphöjning. 3) På de åtta främsta bakkroppssegmenten, av vilka vartdera genom två tvärveck delat i en främre, en mellersta och en bakre del. är borstfördelningen också densamma i alla segmenten. På mitten av främre delen stå två borst, på mellersta delen finnas borst endast vid sidorna, d. v. s. ovan vartdera andhål ett mycket kort, som liknar en tagg, och något baktill och nedtill ett långt borst, som förresten saknas på 8:e segmentet; på bakre delens mitt stå två borst av medellängd och till höger och vänster om detta borstpar på vardera sidan två par borst; vartdera av dessa sistnämnda par står på en gemensam upphöjd bas och består av ett kort och ett långt borst. 4) På 9:e segmentet, som är odelat, står på mitten i tvärriktning två borst och bakom dessa, närmare segmentets bakkant fyra jämnstora borst; på vardera sidan står, vart på sin skilda upphöjning, ett borst som bra synes från såväl rygg- som buksidan.

Sedda från buksidan kan man på vardera av de tre bröstsegmenten och de åtta främsta bakkroppssegmenten urskilja tre delar, av vilka den bakre mot mitten avsmalnar så starkt, att den — särskilt på torakalsegmenten — knappt synes; det 9:e segmentet är odelat och bär det lilla odelade analsegmentet, som är inskjutet i det förra liksom i ett rör. På buksidan och

kroppens sidor nedanför andhålen är borstens fördelning följande: 1) Bakkroppens första åtta segment hava alla sina borst stående på ett och samma sätt. Varje segment bär på främre delens mitt en tvärrad av 4 lika stora borst. På vardera sidan av denna tvärrad står ett borst på en upphöjning. (Dessa upphöjningar synas vara något utvidgade partier av den f. ö. så smala mellersta segmentdelen). På kroppens sidor mellan de nämnda upphöjningarna och andhålen finnas i varje segment ytterligare två upphöjningar på vardera sidan, på tämligen stort avstånd från varandra, var och en uppbärande två olika långa borst; härvid bör anmärkas, att de två olika borstens ställning till varandra är olika på de skilda upphöjningarna såtillvida, att på den nedre det kortare borstet står ovanför det längre, på den andra

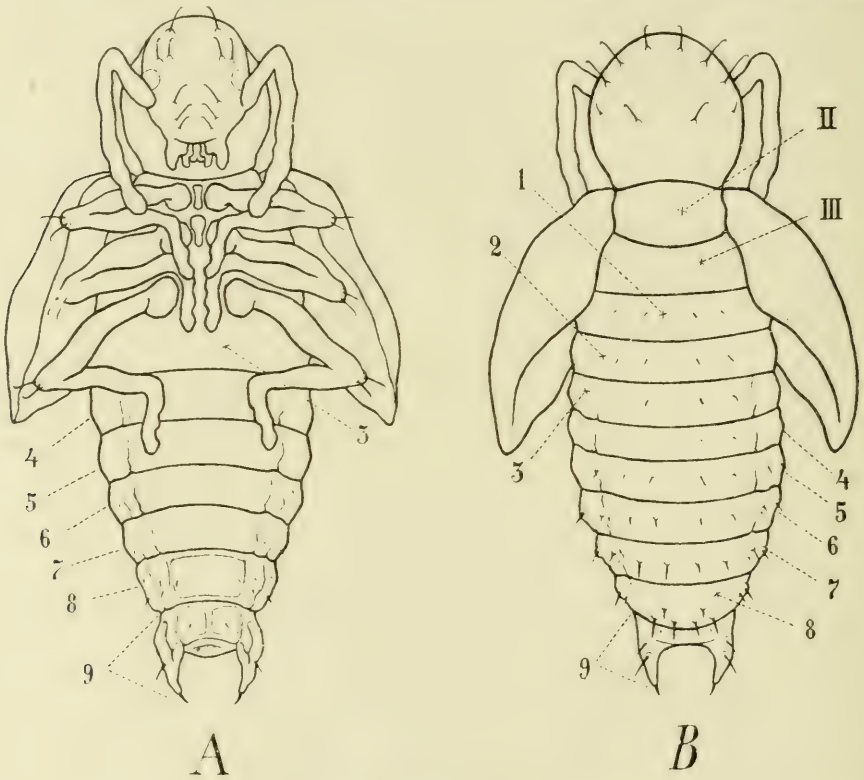


Fig. 7. Puppa av *O. ovatus*. II. Mellanryggen. — III. Bakryggen. — 1—9. Bakkroppssegment.

däremot, som ligger närmare andhålan, det kortare borstet står framför det längre. 2) På de tre bröstsegmenten är borstfördelningen följande: På mitten av varje segments främre del stå två borst. På vardera sidan av dessa, på den mellersta delens utvidgade sidopartier, vilka här tjänstgöra som bröstfötter, stå fem olika långa borst. Utanför dessa »fötter» finnas på vardera sidan i varje segment en upphöjning, som motsvarar den inre av de två upphöjningarna på bakkroppsssegmenten. På första bröstsegmentet bära dessa upphöjningar två, på de övriga bröstsegmenten ett borst. Utom de nämnda borsten finnas på bröstsegmentens sidor mycket fina hårliknande borst, avbildade å fig. 4 B, vilka dock icke motsvara bakkroppssegmentens sidoborst. Deras antal och läge växlar med larvens ålder. 3) På det odelade 9:e bakkroppssegmentet finnes en tvärrad av fyra långa, jämnstora borst. 4) Analsegmentet bär på vardera sidan om analöppningen ett litet tagglikt borst, som är synligt endast under mikroskop.

Puppan (fig. 7) är mjuk, av mjölkvit färg, och motsvarar vad storleken beträffar imago. Kroppen täckes av två sorters glesa borst: på huvudet, pronotum och benen äro de krok-

formigt böjda i ändarna, på bakkropssegmenten äro de raka och koniska. Alla borst och taggar hos puppan äro, i motsats till larvens fina och vita borst, mera grova och rödbrunt färgade. Fördelningen är följande:

På hjärnans (fig. 7 A) översta del stå i tvärrad två borst. Mellan vartdera av dessa borst och den motsvarande sidans öga finnas två borst mycket nära varandra. Vidare stå mellan antennbaserna på pannan i tvärrad två borst och nedanför dessa på snytet ännu två tvärrader av borst med två sådana i vardera raden.

På bröstsegmenten, med undantag av pronotum, saknas borst. På pronotum (fig. 7 B) stå ej långt från framkanten två borst och nedanför dessa i mitten ett annat borstpar. Förutom dessa fyra borst finnas på vardera sidan två borst och nedanför dessa en liten föga synlig tagg.

På varje benled finnas två borst med krokformiga spetsar.

Segmenten äro tydligen avskilda genom tvära veck. Varje segment är vidare genom två längsveck å vardera sidan delat i följande delar: en ventral (sternit), en dorsal (tergit) och två sidodelar (pleurit); dessutom delas varje sidodel genom ett längsveck i två delar — en ventral (hypopleurit) och en dorsal (epipleurit). Taggarna på bröstsegmenten fördelas på

Fig. 8. *Otiorrhynchus ovatus* L. Bruna öronviveln. $\frac{10}{1} - \frac{11}{1}$

följande sätt: 1) På det genom ett längsveck tydligt i två delar delade 9:e segmentets sternit uppbär vardera delen i sin mitt en liten tagg; detta segments sidodelar äro särskilt utvecklade och bra synliga från ventralsidan; både hypopleurit och epipleurit äro bakåt utdragna i spetsiga uddar med var sin tagg i toppen; hypopleurit är betydligt mindre än epipleurit; den senare har förutom taggen på spetsen 3 andra taggar — en på buksidan och två på ryggsidan; 9 segmentets tergit är mycket svagt utvecklad och ser ut som ett mycket smalt hudveck; den bär 2 mycket små taggar, synliga endast vid stark förstoring. 2) Det lilla, korta analsegmentet synes bra från puppans buksida. Dess ventrala del (sternit) täcker som ett hudveck den tvära, spaltformiga analöppningen och uppbär på vardera sidan två knappt synliga taggar. 3) 8:e segmentets sternit är odelad och försedd med två taggar, som motsvara dylika på 9:e segmentet, men äro mycket mindre; hypopleurit och epipleurit hava vardera två olika stora taggar; tergit däremot en tvärrad av fyra stora taggar och ovanför dem än två smärre. 4) Alla bakkroppssegment från den första till och med det sjunde hava sina taggar lika ordnade som det åttonde med den skillnaden, att den främre borstraden, som vi ovan omtalade och som består av två borst, hos dessa saknas; vidare bliva taggarna i riktning mot bakkroppens början kortare.

Imago (fig. 8). Längd 5 mm, största bredd 2—2,2 mm. Färgen varierar från mörkbrun, nästan svart till brunrött, oberoende av skalbaggens ålder. Jag träffade brunröda exemplar, som lade ägg, och tvärtom bland mörkbruna och nästan svarta sådana, vilkas könsorgan ännu voro outvecklade. Femora av alla benen voro beväpnade med stora tänder, varvid bör framhävas, att den europeiska *O. ovatus'* konstanta och karaktäristiska kännetecken är en tvådelad tand på frambenens femur.

För avgörande av frågan om generationens livslängd måste könsorganets utvecklingstillstånd hos de övervintrande vivlarna klargöras. Redan den första anatomiska undersökningen ådagalade vissa särskilda drag hos honans könsorgan, som tydde på möjligheten av partenogenetisk utveckling hos *O. ovatus*.

För att klargöra dessa egendomligheter bifoga vi här till jämförelse en bild av genitalapparaten från en obefruktad hona av *Pissodes pini* (fig. 9 B). Hos denna är bursa copulatrix (4) starkt utvecklad och

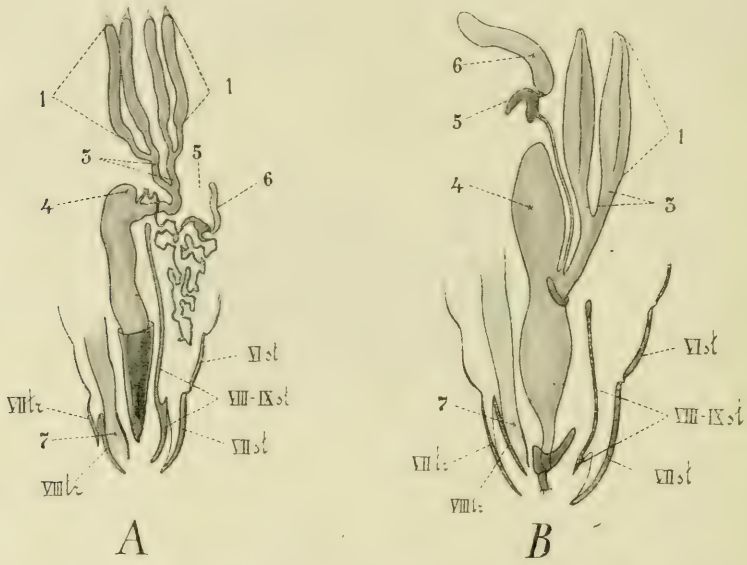


Fig. 9. Könsorganen hos unga honor *O. ovatus* (A) och *Pissodes pini* (B). 1. Äggens bildningsställe. — 3. Äggledare. — 4. Bursa copulatrix. — 5. Receptaculum seminis. — 6. Körtel. — 7. Baktarmen. — VI st.—IX st. Stermit. — VII tr.—VIII tr. Tergit.
Geschlechtsorgane jungen *O. ovatus* ♀ (A) und *Pissodes pini* ♀.

kanalen till receptaculum seminis (5) jämte bihangskörteln (6), som hos befruktade vivelhonor brukar vara mycket utvidgad och fylld med sperma, består redan hos denna obefruktade hona av tunna elastiska väggar omslutande en vid ihålighet. Hos *O. ovatus* (fig, 9 A) däremot är bursa copulatrix (4) reducerad; kanalen till receptaculum seminis är mycket lång, går i bukter och synes ha förlorat sin egentliga funktion. Bihangskörteln (6) är mycket liten, ser ut som en blindtarm med smal ihålighet och oelastiska, tjocka kitinväggar. Vidare talar för partenogenes hos *O. ovatus* obduktionsresultatet, som utvisade, att de 20 individer (av inalles 23), som dissekerades, voro honor och tydligen obefruktade, d. v. s. utan sperma i bihangskörteln. Könsorganen voro omogna, d. v. s. med

mycket korta ovarialrör (1), i vilka äggceller ännu icke börjat att utveckla sig (fig. 9 A). De återstående 3 skalbaggarna sattes i en tätt överbunden glasburk. Till början av maj höll jag dem i ett och samma kärl och gav dem till föda unga granskott och smultronblad. Ända till slutet av april åto skalbaggarna oaktat den höga temperaturen (jag förvarade burken i mitt arbetsrum för att lättare observera djuren) ogärna, gnagde blott då och då på granbarr och rörde nästan aldrig smultronbladen. I början av maj fördelades skalbaggarna i 3 skilda burkar och matades från och med denna tid uteslutande med granskott.

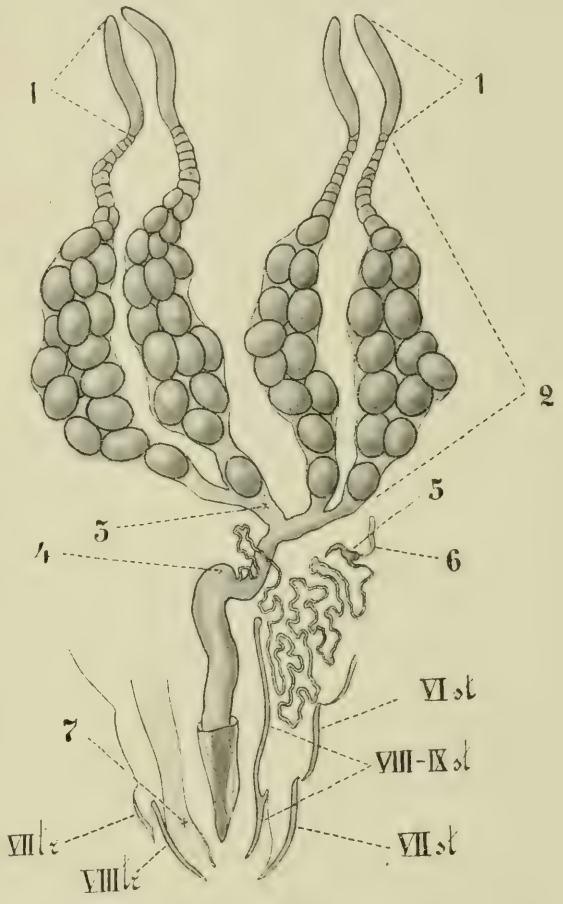


Fig 10. Könsorganen hos en äggläggande *O. ovatus*-hona. 1. Äggens bildningsställe. — 2. Äggrör. — 3. Äggledare. — 4. Bursa copulatrix. — 5. Receptaculum seminis. — 6. Bihangskörtel. — 7. Baktarmen. — VI st.—IX st. Sternit. — VII tr.—VIII tr. Tergit.

Geschlechtsorgane eines eierablegenden und unbefruchteten Weibchens des *O. ovatus*.

Den 27 juni började alla tre lägga ägg, som överfördes i särskilda burkar och lades på läskpapper, som hölls fuktigt. En av dessa 3 honor, som hunnit värpa endast 3 ägg, dissekerades. Hennes äggrör voro tätt fyllda med ägg, ordnade i 2—3 oregelbundna rader (fig. 10). Den mikroskopiska undersökningen visade frånvaron av spermatozoider i både receptaculum seminis och bihangskörteln. De återstående 2 honorna dissekerades först då vardera lagt omkring 50 ägg. Könsorganens undersökning visade även här, att dessa honor voro obefruktade. De från och med den 27 juni lagda äggen voro i början vita men blevo efter 7—10 dagar bruna. Den 18 juli började de första larverna kläckas.

De iakttagelser, som gjordes på dessa 3 honor, visade förekomsten av partenogenes hos *O. ovatus*, och fortsatta undersökningar tala för, att detta fortplantningssätt ej är ett tillfälligt fenomen. Under hela den sistlidna sommaren och hösten dissekerades 110 skalbaggar. 86 av dem härstammade från den ovan nämnda trädskolan i Kungsbacka och insamlades under årets lopp vid olika tider och tillfällen. Resten, utgörande 24 stycken, bestod av på nålar uppsatta torra, oftast skadade och kasserade exemplar, som jag lyckades finna bland gamla samlingar. Alla dessa 110 skalbaggar voro utan undantag honor.

Iakttagelsen av partenogenes hos *Otiorrhynchus*-arter är inte ny. Den upptäcktes redan av A. SILANTJEV[1] hos *O. turca* Bohem., av I. VASSILIEV[2] hos *O. ligustrici* L., av GUIDO GRANDI[3] hos *O. cribricollis* Gyll. och av FEYTAUD[4] hos *O. sulcatus* Fabr. Slutligen har år 1920 TREHERNE[5] i sin årsberättelse om skadeinsekternas framfart i Nordamerika gjort ett mycket intressant tillägg till sina tidigare iakttagelser, i det han helt kort berättar, att den amerikanska formen av *O. ovatus* fortplantar sig partenogenetiskt.

Generationsfrågan kan definitivt utredas endast genom att observera vivelns utveckling från äggstadiet ända till dess den nya imago börjar lägga ägg. Mina i sommar gjorda iakttagelser avbrötos av tjänsteresor och äro därför ofullständiga. För överskådlighetens skull indelar jag dem i fyra grupper efter materialets insamlingstid.

I. Material som erhölls tidigt på våren bestod — förutom 23 imagines — huvudsakligen av larver i skilda utvecklingsstadier men inga puppor, såsom ovan redan omtalats. En del av larverna konserverades, och resten lades i en blomkruka med jord, i vilken tidigare inplanterats några unga granar. Krukan ställdes sedermera i källarvåningen, vars låga temperatur och relativt höga fuktighetsgrad lämpade sig bättre för experimentet än luften i laboratoriet. Under första dagarna av juni upptäcktes de första pupporna och den 17 juli togos de första kläckta skalbaggarna. Härvid måste anmärkas, att det levande materialet från början av april hölls i relativt varma rum, varför det är sannolikt, att samma vivlar i fria naturen icke skulle kläckts förrän

[1] A. SILANTJEV. Ueber einen sicher konstatierten Fall der Parthenogenese bei einem Käfer (*O. turca* Bohem.). Zool. Anz. Leipzig. 1905 (p. 583—586).

[2] I. VASSILIEV. Ein neuer Fall von Parthenogenese in der Familie der Curculioniden (*O. ligustrici* L.) Zool. Anz. Leipzig. 1909. Bd. 34 (p. 29—31).

[3] GUIDO GRANDI. Un nuovo caso di partenogenesi ciclica irregolare fra i coleotteri (*O. cribricollis* Gyll.). Bol. der Labor. Zool. Gen. e Agraria. Vol. VII. Portici. 1913.

[4] FEYTAUD. Sur la reproduction parthénogénétique de l'Otiorhynque sillonné (*Otiorrhynchus sulcatus* Fabr.). C. R. Hebdom. Acad. Sc. Paris, November 1917.

[5] R. C. TREHERNE. Insects for the Jear 1919. Agric. Jl., March—April. Victoria 1920.

i augusti. En del av de utkläckta exemplaren dissekerades och resten fördelades i burkar i och för systematisk utfodring med färsk föda. Då de kalla höstdagarna började, gömde sig vivlarna för att övervintra i blad och mossa, som fanns i burkarna. Intet exemplar hade lagt ägg och en anatomisk undersökning visade, att könsapparaten befann sig i outvecklat tillstånd.

II. Den 16 augusti 1923 skickades från plantskolan i Kungsbacka till Experimentalfältet några skalbaggar av arten *O. ovatus* jämte några av larver skadade små granar. Föremålen voro inpackade i kartonger, och en närmare undersökning av dessa visade, att skalbaggarna på vägen hunnit lägga ett jämförelsevis stort antal ägg. Samlade i ett urglas fördes äggen till ett i trädgården befintligt öppet insektarium, där de hela tiden höllos i skuggan. De första larverna kläcktes ur denna portion ägg den 10 september, och den 17 september hade alla larver kläckts. En del av skalbaggarna underkastades en anatomisk undersökning. Somliga hade outvecklade könsorgan (fig. 9 A), medan äggrören hos de övriga voro fullpackade med ägg (fig. 10) eller hade äggen liggande i en rad. Honor av det senare slaget skulle efter all sannolikhet ha lagt ägg senare på hösten. De övriga levande skalbaggarna sattes i burk och försågos med föda. Den 22 augusti begav jag mig på en tjänsteresa, från vilken jag återvände den 1 september. Då funnos endast 8 stycken kvar; 4 av dem dissekerades och innehöllo alla outvecklade ovarier (fig. 9 A). På burkens botten och väggar samlades ägg, ur vilka till slutet av september vid skilda tider kläcktes larver.

III. Den 30 augusti inspekterade professor TRÄGÅRDH och jag vid återfärden från en tjänsteresa till Skåne plantskolan i Kungsbacka. Vid genomgrävandet av med *O. ovatus* inficierad mull samlades en stor mängd larver av olika åldersstadier, av vilka de yngsta ännu ej hunnit byta om skinn. Bland larverna funnos inalles endast 7 puppor, av vilka 4 syntes nästan färdiga att övergå till imago, ty deras kitinhylsa hade redan börjat hårdna och mörkna. Av vuxna vivlar lyckades vi endast upptäcka 3 exemplar, vilket nog delvis förklaras genom att uppgrävningen försvårades av strömmande regn och det var svårt att hitta de mörkfärgade insekterna i fuktig jord. Även är det möjligt att större delen av skalbaggarna förflyttat sig från det för observationsändamål inhägnade området till andra platser.

IV. I mitten av september erhölls från plantskolan en sändning av sjuka små granar, upptagna med rötter och jord. En tredjedel av materialet granskades, varvid larver av olika åldersstadier anträffades, Puppor saknades helt och hållet och av vuxna vivlar hittades endast 2 exemplar.

Resultaten av ovanstående undersökningar kunna sammanfattas på följande sätt:

1). *O. ovatus* föredrar att avlägga sina ägg i uppluckrad jord och uppträder, ehuru den annars är polyfag och enligt uppgift av SCHAUFUSS (Die Käfer des paläarktischen Formengebietes) är uppgrävd från rötter av *Artemisia* och *Verbascum* i mellersta Europa och under sista tiden även i Sverige som en farlig skadeinsekt uteslutande på gran i plantskolor.

2). Största skadan på granarna förorsakas av larven, som lever i marken och gnager på barken av tunna och tjocka rötter utan att nå till splinten. En av larver angripen unggran kan länge vara sjuk och dör endast ifall huvudroten är blottad. Mera sällan bildas under rothalsen ett nytt rotsystem, som har ett karaktäristiskt utseende (fig. 3); i sådant fall tillfrisknar granen.

3). Vivlarna kläckas ur puppan på hösten och övervintra i jorden utan att bliva könsmogna; på våren krypa de fram på ytan och livnära sig under hela sommaren av barr och kanske även av en- eller tvååriga växters blad; under juli—augusti läggas äggen i marken och om två veckor kläckas larverna ur äggen. Larverna övervintra (antagligen två gånger), äta mycket om sommaren genom att gnaga nya granrötter och förpuppa sig på hösten i jorden.

4). *O. ovatus* fortplantar sig partenogenetiskt, och författaren har icke lyckats finna hannar. I samband med partenogenesen observeras vissa säregenheter i könsorganens byggnad — reducerad bursa copulatrix, förminskat receptaculum seminis jämte bihangskörtel och mycket lång och även därför betydelselös kanal, som leder till receptaculum seminis.

5). Den morfologiska undersökningen av larven (fig. 4) och puppan visade följande: a) larven skiljer sig föga från larverna av de två hittills kända arterna *O. niger* (Beling 1876) och *O. sensitivus* Scop (Fuchs 1897). Borstens fördelning på kroppsytan sker enligt samma plan som hos alla larver av släktet *Otiorrhynchus* med obetydliga variationer för varje art. Hos *O. ovatus* äro borsten mycket fina, hårlika och av vit färg i motsats till de mörkbruna och gulrödbruna borsten hos de andra arternas larver. Ett av de mest utpräglade artkännetecknen är formen och storleken av de borst och kitinbildningar, som finnas på överläppens inre yta. b) Puppan har i jämförelse med larven ett större antal artkännetecken huvudsakligen genom borstens antal och fördelning. Detta framträder bl. a. vid jämförelse med puppan av *O. niger*, den enda som hittills beskrivits i entomologiska litteraturen (BELING 1876).

6). Levnadssätt hos den amerikanska formen av *O. ovatus* är noggrant beskrivet 1914 av TRÈHERNE, som senare (1920) kompletterat sina undersökningar genom en kort notis om denna arts partenogenetiska fort-

plantning. I biologiskt avseende är den amerikanska formen mycket lik den europeiska, ehuru den i Amerika är känd såsom skadegörare på jordgubbar och enligt TREHERNE, oaktat polyfagin, icke angriper rötter av gran o. a. barrträd. TREHERNE ger i sina ingående biologiska undersökningar endast en kort och mycket ytlig beskrivning av både larven, puppan och imago. Enligt denna skildring är larven av *O. ovatus* ej täckt av vita utan av gulrödbruna borst, och viveln själv är betydligt större än den europeiska formen, d. v. s. 6,25 mm lång och 3 mm bred (den europeiska *O. ovatus* är 5 mm lång och 2—2,2 mm bred).

Dessa biologiska och morfologiska olikheter giva författaren anledning förmoda, att de två formerna representera två skilda, självständiga arter. Sådana självständigt uppkomna arter, som förekomma i fjärran från varandra belägna geografiska områden och stå varandra morfologiskt nära kallas av författaren »parallella» arter i motsats till CHOLODKOVSKYS »biologiska» arter, vilka liksom de förra skilja sig endast i biologiskt avseende men äro förbundna sinsemellan genom gemensam härkomst och leva inom ett och samma geografiska område.

RESÜMEE.

Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Lebensweise des Otiorrhynchus ovatus L.

Im Frühjahr 1922 wurde in der Revierbaumschule zu Kungsbacka im südlichen Schweden eine starke Verwüstung, hervorgerufen durch Benagen der Wurzeln dreijähriger Fichten seitens der Larve des Rüsselkäfers *Otiorrhynchus ovatus* L., beobachtet. Der Angriff begann an der äusseren Grenze der von der Baumschule eingenommenen Fläche und verbreitete sich nach innen. So starben in der Grenzreihe der Pflanzung fast alle jungen Fichten ab, etwa 25,000 Stück, in der zweiten Reihe etwa $^2/_3$, in der dritten und vierten Reihe starben einzelne Gruppen ab, während die Mehrzahl am Leben blieb, obgleich auch diese krank waren, was man am Gelbwerden der Nadeln leicht konstatieren konnte. Im Frühjahr 1923 nahm die Verheerung einen drohenden Charakter an und die Anzahl abgestorbener Fichten stieg auf 400,000. Die beigefügte Photographie (Fig. 1), angefertigt im Frühjahr 1923, zeigt den Grad der Schädigung zu dieser Zeit. Im Sommer wurde der am stärksten infizierte Teil der Baumschule nach Entfernung aller junger Fichten einigemal

umgegraben unter zeitweiligem Stehenlassen eines geringen Teils einer Reihe von kranken Jungfichten als Material für weitere Untersuchungen.

Die in Fig. 2 abgebildete charakteristische Beschädignng des Wurzelsystems durch die Larve von *O. ovatus* entspricht den seinerzeit von NÖRDLINGER (1884) und ALTUM (1885) gemachten Beschreibungen. An den Wurzeln, sogar an den feinsten, benagt die Larve bloss die Rinde, ohne den Splint anzugreifen. Die jungen Fichten kränkeln mehr oder weniger lange und sterben nur in dem Fall schnell ab, wenn die Hauptwurzel (Fig. 2, A, C) entblösst ist, ohne dass es zur Bildung eines neuen Wurzelsystem kommt (Fig. 3).

Im Sommer 1923 hat Verf. mehrere Untersuchungen über die Frage der Generationsdauer von *O. ovatus* angestellt.

Aus einer Zusammenstellung beobachteter Tatsachen folgt, dass die im Herbst aus den Puppen gekommenen Käfer in nicht geschlechtsreifem Zustande in der Erde überwintern und im Frühjahr an die Oberfläche kommen, um sich von Nadeln und vielleicht auch von Blättern verschiedener ein- und zweijähriger Gewächse zu ernähren. Im Juli—August legen sie Eier, aus denen 2 Wochen später die Larven ausschlüpfen; letztere überwintern 1 oder 2 mal und benagen im Sommer die Wurzeln, um sich im Herbst zu verpuppen.

Zugleich mit diesen Tatsachen gelang es Verf. die parthenogenetische Fortpflanzung von *O. ovatus* durch eine Reihe paralleler Beobachtungen und Untersuchungen festzustellen.

In Übereinstimmung mit der Parthenogenese finden sich gewisse Eigentümlichkeiten im Bau des Genitalapparates (Fig. G A, 10), die beweisen, dass der Apparat sich sowohl für Begattung, wie für Befruchtung der Eier wenig geeignet erweist. Die Begattungstasche (4) ist reduziert; das Receptaculum seminis (5) ist verhältnismässig sehr klein; die Anhangsdrüse (6), die das Aussehen eines kleinen Blindschlauches hat, ist zur Aufnahme von Sperma ungeeignet, da ihr Lumen sehr eng ist und ihre Wand, innen mit dickem Chitin ausgekleidet, nicht elastisch ist; der Kanal, welcher zum Receptaculum seminis führt, ist ausserordentlich lang und daher ungeeignet, seiner Funktion zu genügen.

Die oben angeführten Daten über die Dauer der Generation stimmen fast überein mit denen, die TREHERNE 1914 in seiner eingehenden Beschreibung der Lebensweise der amerikanischen Form von *O. ovatus* anführt. 1920 fügt dieser Forscher seinen früheren Untersuchungen die kurze Bemerkung hinzu, dass *O. ovatus* sich in Amerika parthenogenetisch fortpflanzt. Aber ungeachtet aller dieser biologischen Ähnlichkeit finden sich wesentliche Verschiedenheiten. Der in Nordamerika verbreitete *O. ovatus* besitzt dort den Ruf eines gefährlichen Feindes der Erdbeeren; nach TREHERNE's Angaben greift die Larve trotz ihrer Polyphagie keine Koniferenwurzeln an. Obgleich TREHERNE in seiner eingehenden biologischen Arbeit nur kurze und sehr unvollständige Beschreibungen der Larve und Imago gibt, erhellt aus ihnen doch klar, dass die beiden Formen in morphologischer Hinsicht nicht ganz übereinstimmen. So ist die Larve det amerikanischen *O. ovatus* nach TREHERNE mit gelbrotbraunen Borsten bedeckt, während die bei der europäischen Form haarähnlichen Borsten weiss sind. Hinsichtlich der Imago finden wir, dass die amerikanische Form (6,25 mm lang, 3 mm breit) bedeutend grösser ist als die europäische (5 mm lang, 2—2,2 mm breit).

Die angeführten biologischen und morphologischen Unterschiede veranlassen

Verf. die Vermutung auszusprechen, dass die amerikanische und europäische *O. ovatus* getrennte Arten darstellen. Solche morphologisch gleiche Arten, die weitgetrennte geographische Gebiete bewohnen und sich nur in unbedeutenden biologischen Merkmalen unterscheiden, schlägt Verf. vor „parallele" zu nennen zum Unterschied von den „biologischen" Arten CHOLODKOVSKYS, die stets in einem und demselben geographischen Gebiet vorkommen. Im letzteren Falle haben wir es mit Entstehung von neuen Arten zu tun, die neue erbliche biologische Merkmale erwerben.

* * *

Im Hinblick darauf, dass in der europäischen Literatur Beschreibungen der Larve und Puppe von *O. ovatus* fehlen, während die amerikanischen Entomologen nur kurze und flüchtige Beschreibungen von der Larve und Puppe der dortigen Form geben, die sehr wahrscheinlich eine besondere Art darstellt, geben wir hierbei eine vollständige Übersetzung unserer Beschreibung mit Hinweisen auf die entsprechenden Abbildungen.

Die Larve (fig. 4) entspricht dem bei der Mehrzahl der Rüsselkäfer gewöhnlichen Typus, ist aber länglicher und bis zu einem gewissen Grade spindelförmig. Der Körper der Larve ist weiss und bedeckt mit recht langen, undichten, zarten Börstchen, ebenfalls von weisser Farbe. Der Körper wird durch mehr oder weniger deutliche Hautfalten in 3 Brust- und 9 Bauchsegmente geteilt, von denen die Mehrzahl ihrerseits durch ähnliche Falten in Unterabteilungen zerfällt. An den Seiten des Körpers finden sich auf jeder Seite je 9 Stigmen und zwar am 1-en Brustsegment und an den ersten 8 Bauchsegmenten.

Der Kopf (Fig. 5) ist hellgelb mit dunklerem Epistoma und dunkleren Spitzen der zweizähnigen Kiefern. Seine Form ist dieselbe wie bei der Mehrzahl der Rüsselkäferlarven. Auch die grossen Borsten des Kopfes sind nach demselben Typus verteilt, wie bei allen Rüsselkäfern, und nur auf der Stirn variiert ihre Zahl bei den einzelnen Arten. Eines der wenigen Artmerkmale ist die Zahl und Verteilung (Fig. 5, A) der rudimentären, nur im Mikroskop wahrnehmbaren Börstchen, die auf ebensolchen runden und grossen Basen stehen, wie die vollkommen entwickelten. Von den Mundteilen, die bei allen Rüsselkäfern fast denselben Bau haben, ist in systematischer Hinsicht von grösstem Intresse die Oberlippe (Fig. 6). Die auf ihrer inneren Oberfläche verteilten Borsten und anderen Chitinbildungen bilden nach Form, Grösse und Verteilung die wertvollsten Kennzeichen nicht nur der Gattungen, sondern auch der Arten. Nebenstehende Zeichnung stellt die Oberlippe von der ventralen, unteren Seite dar. Auf ihrer dorsalen, äusseren Seite stehen, wie bei allen Rüsselkäfern, 3 Paare langer Borsten, die auf der Fig. 6 durch Punktierung angedeutet sind. Auf der Ventralseite sind längs dem Vorderrande an jeder Seite je 3 lange, dicke, stumpfe Borsten befestigt, die sich in der Richtung gegen die Mitte des vorderen Randes der Oberlippe wenden. Es folgt ferner auf jeder Seite je eine kleine scharf zugespitzte Borste, und schliesslich stehen in der Mitte des vorderen Randes noch 2 stumpfe, grössere Borsten. Ausser dieser beschriebenen Reihe von 10 Borsten finden sich auf der Unterseite der Lippe zwei längsgerichtete, dunkel gefärbte Chitinbildungen, die mit ihren vorderen Enden an der inneren Fläche der

Lippe befestigt sind. Diese Bildungen dienen als Grundlagen zur Befestigung des Epipharynx. Sie haben ihre für jede Gattung charakteristische Form, die sich bei den einzelnen Arten nur in Details ändert. Im vorliegenden Fall sind diese Bildungen im vorderen Teil stark in der Richtung gegen die Seiten der Lippe gebogen. Hinter dieser Biegung entsendet jede der beiden Chitinbildungen einen kurzen Auswuchs gegen die Medianlinie der Lippe. Ferner finden wir ausser diesen Bildungen noch drei stumpfe Höcker (papillae), die sich von den oben beschriebenen Borsten durch dunkleres Chitin und verhältnismässig grosse Dicke bei sehr geringer Länge unterscheiden.

Die Zahl und Verteilung der Borsten am Körper der Larve von *O. ovatus* ist in Fig. 4 abgebildet. Die meisten dieser Borsten sind einzeln oder in Gruppen, wenn einander genähert, auf besonderen Erhöhungen, die wie Kissen aussehen, befestigt. Solche „Kissen" sind von dickerem Chitin bedeckt, was deutlich auf mikroskopischen Präparaten der Haut nach Eosinfärbung zu sehen ist.

Auf der Dorsalseite und lateral über den Stigmen verteilen sie sich wie folgt: 1) auf dem nichtgegliederten Pronotum und zwar auf dessen vorderem Rande in der Mitte stehen zwei kurze Borsten, weiter zur Mitte der hinteren Hälfte des Pronotums stehen in Querlinie zwei lange Borsten und hinter diesen näher dem hinteren Rande des Pronotums ein zweites Paar kürzerer und näher bei einander stehender Borsten; ausser den genannten stehen auf jeder Seite des Pronotums noch je 5 Borsten, nähmlich 3, von denen die mittlere deutlich kürzer ist als die beiden anderen, auf der vorderen Ecke und die 4-te auf der hinteren; in der Mitte zwischen dieser und den 3 eine Gruppe bildenden steht eine 5-te Borste. 2) Auf dem Meso- und Metanotum, die beide durch eine Querfalte der Haut in einen vorderen und hinteren Abschnitt zerlegt sind, ist die Borstenverteilung die gleiche. In der Mitte des vorderen Abschnittes stehen zwei Borsten, auf dem hinteren rechts und links je 4 Borsten, von denen die vorderen 3 einander genähert auf einer gemeinsamen Hauterhöhung stehen. 3) Auf allen 8 vorderen Abdominalsegmenten, deren jedes durch zwei Querfalten der Haut in einen vorderen, mittleren und hinteren Abschnitt geteilt ist, ist die Borstenverteilung ebenfalls die gleiche. Auf dem vorderen Abschnitt stehen 2 Borsten in der Mitte; auf dem mittleren Abschnitt stehen Borsten nur an den Seiten und zwar jederseits über dem Stigma je eine sehr kurze, die einem Stachel gleicht und eine lange, mehr nach hinten liegende, die aber auf dem 8-ten Segment fehlt; auf dem hinteren Abschnitt finden sich in der Mitte 2 Borsten mittlerer Länge und rechts und links von ihnen je zwei Borstenpaare, jedes auf einer gemeinsamen Erhöhung befestigt und aus einer kurzen und einer langen Borste beesthend. 4) Auf dem 9-ten, nicht in Abschnitte geteilten Segment stehen in der Mitte in Querlinie 2 Borsten und hinter ihnen, näher zum hinteren Rande des Segmentes 4 Borsten von gleicher Länge; an den Seiten des 9-ten Segmentes stehen auf besonderen Erhöhungen jederseits je eine Borste, die sowohl vom Rücken als vom Bauch aus gut zu sehen ist.

An der Ventralseite sind die 3 Brustsegmente und 8 vordersten Abdominalsegmente jedes in drei Abschnitte geteilt, wobei der hinterste Abschnitt in seiner Mitte sehr schmal und wenig bemerkbar ist, besonders an den Brustsegmenten. Das 9-te Segment ist ungegliedert, und in dasselbe ist, wie in einem Rohr, das ungegliederte Analsegment eingeschlossen. An der Ventral-

seite des Körpers und an seinen Seiten unterhalb der Stigmen ist die Verteilung der Borsten folgende: 1) Auf allen 8 vordersten Abdominalsegmenten sind die Borsten gleich angeordnet. Auf jedem Segment stehen in der Mitte (mittlerer Abschnitt) in Querlinie 4 gleich grosse Borsten. Von rechts und links schliesst sich an diese Reihe je eine auf einer Erhöhung stehende Borste an (diese Erhöhungen stellen seitliche Verbreiterungen der schmalen Mittelpartie des mittleren Abschnittes dar). Auf den Körperseiten zwischen den erwähnten Erhöhungen und den entsprechenden Stigmen finden sich noch je zwei entfernt von einander stehende Erhöhungen, von welchen jede ein paar ungleicher Borsten trägt, eine kurze und eine lange; dabei sind auf jeder von beiden Erhöhungen die Borsten verschieden geordnet: auf der unteren steht die kurze Borste über der langen, auf der oberen, die unten beim Stigma liegt, die kurze Borste vor der langen. 2) Auf den drei Brustsegmenten ist die Borstenverteilung ebenfalls gleich. In der Mitte jedes Segmentes stehen auf dem vorderen Abschnitt 2 Borsten. Rechts und links schliessen sich die erhöhten seitlichen Verbreiterungen des mittleren Abschnittes an. Diese Verbreiterungen entsprechen ebensolchen an den Abdominalsegmenten. Sie tragen je 5 ungleiche Borsten, und spielen in diesem Fall die Rolle von rudimentären Abdominalfüssen. Weiter schliesst sich in lateraler Richtung an jeden dieser Füsse eine Erhöhung an, die einer ebensolchen an den Abdominalsegmenten entspricht. Auf dem ersten Brustsegment tragen diese Erhöhungen je 2, auf den beiden anderen je eine Borste. Ausser den beschriebenen Borsten findet sich an jeder Seite jedes Brustsegmentes einige zarte, haarähnliche Borsten (Fig. 4 B), die aber nicht den seitlichen Borsten des Abdominalsegments entsprechen. Ihre Zahl und Lage ändert sich mit dem Wachstum der Larve. 3) Auf dem 9-ten, ungegliederten Abdominalsegment stehen in Querlinie 4 lange Borsten von gleicher Grösse. 4) Das Analsegment trägt auf jeder Seite der Analöffnung je eine kleine stachelförmige Borste, die nur im Mikroskop sichtbar ist.

Die Puppe (Fig. 7) ist weich, von milchweisser Farbe und in der Grösse den Dimensionen der Imago entsprechend. Den Körper bedecken undichte Borsten von zweierlei Gestalt: an Kopf, Pronotum und Beinen sind sie an den Enden hakenförmig gebogen, auf den Abdominalsegmenten aber gerade und kegelförmig. Alle Borsten und Stachel der Puppe sind im Gegensatz zu den weissen, zarten Borsten der Larve gröber und rotbraun gefärbt.

Sie sind folgendermassen geordnet:

Auf dem obersten Scheitelteil des Kopfes stehen in Querlinie 2 Borsten. Zwischen jeder von diesen Borsten und dem entsprechenden Auge stehen an den Seiten des Kopfes je 2 Borsten nahe bei einander. Ferner finden sich zwischen den Antennenbasen auf der Stirn in Querlinie 2 Borsten und unterhalb derselben, bereits auf dem Rüssel, noch zwei Querreihen von Borsten mit je 2 Borsten in jeder Reihe. Auf den Brustsegmenten, ausser dem Pronotum, fehlen Borsten. Auf dem Pronotum (Fig. 7 B) nahe dem vorderen Rande stehen 2 Borsten und unterhalb derselben in der Mitte noch ein zweites Borstenpaar. Ausser diesen 4 Borsten finden sich an den Seiten des Pronotums je 2 Borsten und ein kleiner kaum bemerkbarer Stachel unterhalb derselben.

An jedem Beingelenk stehen je 2 Borsten mit hakenförmigen Spitzen.

Die Bauchsegmente sind deutlich durch Querfalten der Haut von einander ab-

gegrenzt. Jedes Segment ist ferner durch seitliche Längsfalten in folgende Teile: Sternit, Tergit und 2 Pleurite geteilt; ausserdem zerfällt jedes Pleurit durch eine Längsfalte in 2 Teile — Hypopleurit und Epipleurit. Die Borsten auf den Abdominalsegmenten verteilen sich wie folgt: 1) Das Sternit des 9. Segmentes ist durch eine Längsfalte deutlich in zwei Teile geteilt und jeder derselben trägt ungefähr in der Mitte einen kleinen Stachel; die Pleurite sind an diesem Segment besonders stark entwickelt und von der Bauchseite gut zu sehen. Das Hypopleurit und Epipleurit haben jedes die Form eines Kegels mit einem spitzen Stachel auf dem Gipfel; das Hypopleurit ist bedeutend kleiner als das Epipleurit; letzteres trägt ausser dem Endstachel noch 3 andere, einen auf der Ventral- und zwei auf der Dorsalseite; das Tergit des 9. Segmentes ist sehr schwach entwickelt und sieht wie eine schmale Hautfalte aus; es trägt 2 sehr kleine Stachel, die nur bei starker Vergrösserung sichtbar sind. 2) Das kleine und kurze Analsegment ist von der Bauchseite der Puppe gut sichtbar. Sein Sternit bedeckt als Hautfalte die spaltförmige, querstehende Analöffnung und trägt rechts und links je zwei kaum bemerkbare Stachel. 3) Auf dem ungeteilten Sternit des 8. Segmentes finden sich zwei Stachel, die ebensolchen des 9. Segmentes entsprechen, aber bedeutend kleiner sind; das Hypopleurit und Epipleurit sind jedes mit zwei Stacheln verschiedener Grösse bewaffnet; quer auf dem Tergit steht eine Reihe von vier grossen Stacheln und oberhalb dieser Reihe stehen noch zwei kleinere Stachel. 4) Auf dem 7-ten und allen vorhergehenden Segmenten stehen die Stachel wie auf dem 8-ten, nur mit dem Unterschied, dass die oben beschriebene, aus zwei Stacheln bestehende zweite Reihe hier fehlt; ausserdem werden die Stachel gegen die Basis des Abdomens allmählich kürzer.

Die Imago (Fig. 8). Länge 5 mm, grösste Breite 2 — 2,2 mm. Farbe des Käfers variierend von dunkelbraun, fast schwarz bis bräunlichrot, unabhängig vom Alter des Käfers. Ich fand bräunlichrote Käfer, die Eier legten, und umgekehrt unter den dunkelrotbraunen, fast schwarzen solche, deren Geschlechtsapparat noch unentwickelt war. Die Schenkel aller Beine sind mit grossen Zähnen bewaffnet, wobei als ständiges Merkmal des europäischen *O. ovatus* die Zweiteilung der Zähne des Vorderschenkes erscheint.

EDVARD WIBECK

OM MISSBILDNING AV TALLENS ROTSYSTEM VID SPETTPLANTERING

Inledning.

Bland de frågor, som vid Statens Skogsförsöksanstalts s. k. treårsmöte i april 1918 bragtes på tal, var även den om spettplanteringens våda för rotsystemets utveckling hos tallplantor, som utsatts enligt denna metod. På grund av vad som anfördes om tidigare gjorda rön och yppade farhågor av detta slag, beslöts, att i den för treårsperioden 1918—1920 avsedda arbetsplanen för skogsförsöksanstalten borde ingå, att antingen skogsavdelningen eller avdelningen för föryngringsförsök i Norrland, i den mån tillfällen härtill erbjödos, skulle i berörda hänseende undersöka äldre, genom spettplantering utförda skogsodlingar.

Vad norrlandsavdelningen angår, kunde en del dylika undersökningar komma till utförande sommaren 1919, då inalles 19 äldre spettplanteringsfält i Norrland blevo besökta. Sedan forcerade provytsrevisioner under år 1920 vållat ett avbrott i rotundersökningarna å fältet, upptogos dessa ånyo sommaren 1921, då ytterligare 15 i Norrland och Dalarna belägna spettplanteringsfält blevo föremål för undersökning.

Den senare delen av efterföljande uppsats är en redogörelse för de resultat, som dessa direkta fältundersökningar givit vid handen. Uppsatsens förra del åter är en refererande översikt över frågans tidigare behandling, för såvitt denna kommit till uttryck i skogslitteraturen. Att ett förhållandevis stort utrymme tillmätts åt denna historik beror därpå, att enligt mitt förmenande redan tidigare gjorda utredningar i detta ämne varit av så pass grundlig och klarläggande art, att väsentliga delar — för att ej säga själva kärnpunkten — av vår fråga redan förut måste anses vara nöjaktigt lösta.

I. Tidigare rön och åsikter om rotsystemets deformering hos spettplanterade tallplantor.

Under 1800-talets förra hälft var ännu uppdragandet av barrskogsbestånd av tall och gran förmedelst sådd det vanligaste i de tyska staterna. Efter hand hade man emellertid funnit, att detta kultursätt på en del magrare marker lämnade mindre tillfredsställande resultat, varför man på inrådan av PFEIL, som bekant en av de märkligare och på flera av skogsbrukets områden mest inflytelserika skogsmän Tyskland haft, under 1840- och 1850-talen börjat i allt större omfattning övergå till plantering.

Denna utfördes till en början enligt mycket omständliga metoder. Som förberedelse till själva planteringen blev sålunda marken först på hösten djuphackad eller upplöjd i fotsbreda ränder, i vilka därpå efterföljande vår vanligen 1-åriga plantor utsattes i tätt förband med tillhjälp av det s. k. BUTTLARSKA planteringsjärnet eller snarlika redskap, alltså ett förfaringssätt liknande det, varpå omskolning i plantsängar nu plägar ske. En på detta sätt utförd skogsodling blev naturligtvis till följd av det omfattande markberedningsarbetet tämligen dyr, och på de stora nordtyska hedområdena började man för den skull se sig om efter billigare planteringsmetoder. Denna strävan förde — till en början kanske mera försöksvis, men efter hand i allt större omfattning — till ett planteringssätt, enligt vilket markluckringen helt överhoppades och plantorna nedsattes i hål, upptagna direkt i den obearbetade marken medelst ett kraftigare stötjärn eller spett.

Planteringen i spetthålen kunde ske på två väsentligen olika sätt. Enligt ett av dessa östes lös s. k. fylljord ned runt den i hålet fasthållna plantans rotsystem, alltså ett tillvägagångssätt helt överensstämmande med den form av spettplantering, som hos oss varit den vanligaste. Enligt denna metod arbeta spettföraren och plantören förhållandevis oberoende av varandra, vilket är en fördel, men å andra sidan har metoden den nackdelen, att plantören måste förses med uppgrävd, lös jord, varjämte hans arbete med plantans nedsättning och kringfyllning blir tämligen omständligt och tidskrävande. Av detta skäl synes denna metod aldrig fått någon mera omfattande användning i Tyskland, utan vid de stora hedlandsplanteringarna, vilka stundom inom samma revir kunde omfatta flera hundra hektar om året, gick man ännu ett steg längre i arbetets förenkling. Man kom sålunda till sist fram till en metod, enligt vilken under ett intimt samarbete mellan spettföraren och plantören jorden direkt *klämdes* till kring den i spetthålet nedsänkta plantroten genom att spettföraren drev ned sitt verktyg i omedelbar närhet av det först upptagna hålet, så att dettas väggar sammantrycktes. Dels efter

uppfinnaren, Oberförster WARTENBERG, dels efter reviret MARIENWERDER, där denna kombination av spett- och klämplantering först synes hava vunnit större tillämpning, kallades detta planteringssätt liksom ock det därvid använda spettet det Wartenbergska eller Marienwerderska.

Man bör från början göra klart för sig, att de i det följande refererade kritiska inläggen, vari icke alltid nödiga distinktioner mellan de olika slagen av spettplantering iakttagits, ja, vilka stundom blivit till en kritik av barrotsplantering överhuvud taget, sålunda kommit att i mer eller mindre grad rikta sig mot minst tre, sins emellan ganska skilda planteringsformer. Med användande av nutida terminologi skulle de kunna betecknas sålunda: 1:o) klämplantering i mjukluckrad jord, 2:o) spettplantering i oluckrad jord med användande av fylljord och 3:o) kombinerad spett- och klämplantering i oluckrad jord. För enkelhets skull vilja vi här kalla dem metod n:r 1, 2 och 3.

Att barrotsplanteringen under vissa omständigheter kunde bliva farlig för plantorna började snart visa sig, och farhågor häröver skymta fram i kortare uttalanden redan i 1860- och 1870-talets periodiska skogslitteratur. I sina skogliga resebrev från Mecklenburg 1865 nämner BURCHHARDT (1) på tal om klämplantering en iakttagelse att tallplantor, vilkas rötter blivit böjda uppåt, blott hållit sig gröna första året, men sedan dött ut.[1] Vid ett år 1875 i Culm hållet möte med den ost- och västpreussiska skogsföreningen demonstrerades av jägmästarna KÜSTER och SCHÜTTE ett stort antal avdöende ungtallar med starkt deformerat rotsystem, karaktäriserat av hoppressade och delvis omböjda rotgrenar. Tallarna hade utsatts som 1-åriga medelst förutnämnda metod 3, vilken på grund av dessa rön av mötesmajoriteten betecknades såsom helt förkastlig. Ungefär detsamma förekom vid pommerska skogsföreningens möte i Jacobshagen 1876, varvid 4—5-åriga ungtallar framvisades, vilkas rotsystem utgjordes av »en härva av hopslingrade, sammanvuxna och sönderklämda rötter». Även dessa tallar hade utsatts enligt metod 3, förmedelst vilken blott på det revir, vars kulturer nu enligt demonstranten gåvo anledning till de största farhågor, sedan tallarna allmänt börjat torka och dö ut, flera hundra hektar blivit planterade. Demonstranten-plantören själv sökte anledningen till kulturernas misslyckande däri, att de använda plantorna haft alltför rikliga sidogrenar i förhållande till spetthålets vidd, varigenom rotens normala utveckling blivit hindrad. Även vid mötet i Jacobshagen medgavs, att planteringen i oluckrad jord syntes hava sina olägenheter och att det vore rådligt att återgå till de gamla luckrade ränderna, men flertalet av de närvarande hedplantörerna

[1] Troligen orsakat av torka. Jämför härmed MÖLLERS å sid. 266 och 267 skildrade experiment samt författarens egna rön i senare delen av denna uppsats!

höllo dock före, att ungtallarna skulle vara i stånd att så småningom förbättra sitt från början i oordning bragta rotsystem; tallarnas avdöende tillskrev man huvudsakligen ett primärt uppträdande av svampsjukdomar.

På en av de vid mötet i Jacobshagen närvarande skogsmännen, Oberforstmeister v. DÜCKER, gjorde dock demonstrationen av de abnorma tallrötterna ett djupare intryck. Den stärkte hans redan tidigare hysta misstroende mot *barrotsplanteringen överhuvud taget*, och, sedan han under ytterligare ett antal år studerat rotsystemet i tidigare gjorda tallplanteringar inom sitt inspektionsdistrikt Stettin-Torgelow, drog han år 1883 genom en mera utförlig uppsats i den ansedda, av DANCKELMANN utgivna tidskriften Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (2) i härnad mot hela denna planteringsmetod.

Redan användningen av *omskolade* plantor, skriver v. DÜCKER, är förkastlig. Vid omflyttningen i plantskolan ha nämligen dessa fått sina i den drivande jorden väl utvecklade sidorötter bragta i ett onaturligt läge, i det att de i stället för att gå vinkelrätt ut från huvudroten, kommit att vid utsättningen hänga nedåt »som en hårlock» och sedan fixerats i denna ställning. Vid den slutliga utsättningen på kulturfältet blir detta abnorma rotsystem ytterligare förvridet i samma felaktiga riktning, samlat som det vanligen blir i en tät, hopklämd kvast eller pensel med ofta S-formigt krökta eller helt omböjda rötter. I bästa fall blir rotsystemet vid plantering i öppna gropar eller i hål, stuckna med spade, soltjäderformigt utbrett, men icke heller ett dylikt i ett enda plan anlagt rotsystem kan vid trädets senare utveckling vara likvärdigt med ett normalt allsidigt utvecklat sådant. En sådan sak som att plantornas rötter före planteringen doppats i jordvälling vore ägnad att genom rotgrenarnas fastklibbande vid varandra och vid huvudroten ytterligare förvärra en redan förut dålig planteringsmetod. VON DÜCKER förnekar, att tallen har möjlighet att så småningom rätta till sitt från början i oordning bragta rotsystem genom att exempelvis rotgrenar av andra ordningen eller adventiva sådana skulle kunna utväxa och övertaga de skadade och vanskapliga primära rotdelarnas funktioner. Att med bar rot planterade tallar i somliga fall kunna tillväxa och förhålla sig så pass normalt, som fallet är, beror därpå, att de få huvudrötter, som från början råkat komma i sitt riktiga plan, starkt tillväxa och övertaga det mesta arbetet. Ett verkligt normalt rotsystem säger sig däremot VON DÜCKER blott ytterst sällan hava påträffat vid de otaliga utgrävningar av rotsystemet hos tallar, uppdragna medelst barrotsplantering, vilka han under en lång följd av år gjort i kulturer av olika åldrar, växlande mellan ett och tjugusex à trettio års ålder. VON DÜCKERS allmänna slutsatser utmynna, såsom förut blivit nämnt, i ett utdömande av all barrotsplantering

vad tallen angår; i dess ställe rekommenderar han sådd eller i undantagsfall klimpplantering med oomskolade plantor.

Naturligtvis blevo VON DÜCKERS skarpa och kategoriska uttalanden mot den allmänt gängse barrotsplanteringen icke oemotsagda. I samma tidskrift, vari hans egen uppsats influtit, kommo omedelbart insändare från tre olika håll, nämligen från Oberförster BEKUHRS (3) och VON BERNUTH (4) samt Oberforstmeister MÜLLER (5). Alla kunde åberopa en mängd fall, då bevisligen planterade bestånd alltjämt stodo friska och växtkraftiga vid en ålder, då de, därest VON DÜCKERS åsikt vore riktig, längesedan bort vara döda eller visa alla tecken till förfall. Hans farhågor mot barrotsplanteringen över lag betecknades som överdrivna; man måste göra stor skillnad mellan det gamla planteringssättet, då plantan medelst planteringspinne nedsattes i djupluckrade fåror (metod 1) och den nyare metoden med plantering i fast, oluckrad mark medelst det Marienwerderska eller Wartenbergska spettet (metod 3). Den senare, men ej den förra metoden vore farlig. Ävenså erkändes det felaktiga i att doppa plantorna i ler- eller jordvälling.

Nämnas bör, att VON DÜCKERS utredning observerats och funnits anmärkningsvärd av framlidne jägmästare C. A. HOLLGREN, vilken fört hans varning mot barrotsplanteringen vidare inför svensk publik i en liten uppsats (6) i sin år 1891 utkomna skriftsamling »Jaktzoologiska och skogsvetenskapliga utflykter».

De av VON DÜCKER och vissa hans föregångare så övertygande påvisade riskerna av åtminstone en viss form av barrotsplantering med tall gjorde, att den sämsta av dessa metoder, klämplanteringen i oluckrad jord, ställdes på avskrivning och att den gamla markluckringen åter kom till heders.

En man, som efter VON DÜCKERS framträdande nedlagt ett synnerligen förtjänstfullt praktiskt arbete på fullkomnandet av kulturmetoderna för tall på de tyska hedlanden, är Förster G. K. SPITZENBERG. Som direkt arbetsledare vid skogsodlingar har han haft tillfälle att under en lång praktik jämföra och värdesätta alla detaljer vid både sådd och plantering samt att inrikta sig på konstruktionen av goda hjälpverktyg för dylika arbeten. Den av SPITZENBERG uppfunna och efter honom uppkallade dubbelskaftade, med 3 smärre spadblad och 4 knivar försedda luckringsspaden betecknas sålunda efter försök vid preussiska skogsförsöksanstalten av dr A. MÖLLER (7) som ett utomordentligt ändamålsenligt redskap, likaså den Spitzenbergska planteringsdolken. Sina erfarenheter har SPITZENBERG till en början nedlagt i flera stycken år 1898 som manuskript tryckta »kulturbrev» om betydelsen av markluckring, om planteringsfel o. s. v., vilkas innehåll år 1908 i något omarbetat

skick utkom dels som en artikelserie i Deutsche Forst-Zeitung dels som separattryck (8).

SPITZENBERGS utredning över missbildningar av tallens rotsystem som följd av felaktigheter vid planteringen är till stor del en upprepning av vad VON DÜCKER tidigare visat. Han har emellertid haft förmånen att

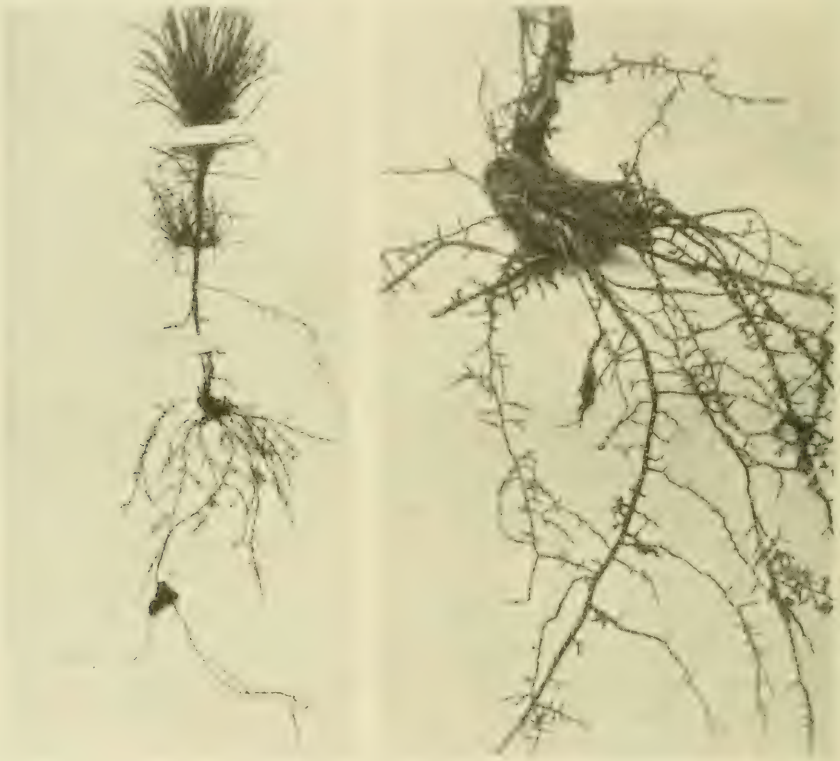


Fig. 1. Två-arig tallplanta, vars rot före utplanteringen med flit hopvikits i en hård knut. Både stamdel och rot hava senare vuxit förträffligt och den senare har utvecklat rikliga sidogrenar, såsom särskilt detaljbilden visar. Efter MÖLLER. — Zweijährige Kiefernpflanze, deren Wurzel vor dem Pflanzen absichtlich zu einem starken Knoten zusammengedrückt worden war. Sowohl Stamm als Wurzel wuchsen jedoch während des folgenden Jahres ausgezeichnet, und letztere hat reichliche Seitenzweige entwickelt, wie besonders aus dem Detailbild hervorgeht. Nach MÖLLER.

även kunna stödja sig på en del av dr A. MÖLLER vid preussiska skogsförsöksanstalten i Eberswalde år 1900—1902 anställda försök över rotbildningen hos 1- och 2 åriga tallar (9), varigenom ett fästare teoretiskt underlag vunnits till förståelse av vissa sidor av vårt problem. De delar av nämnda försök, vilka här närmast intressera, äro försöken över tallrotens förmåga att repa sig, dels vid beskäring av roten, dels vid på konstgjord väg åvägabragta abnorma rotlägen.

Beskäringsförsöken utfördes på 1-åriga tallar, vilkas c:a 15 cm långa

rötter avklippts till en längd av respektive 14, 13, 12 cm o. s. v. ända ned till kvarlämnande av rotstumpar av allenast 5 cm:s längd. Det visade sig att tallplantorna, blott nödig fuktighet i jorden förefanns, genomgående förmådde uthärda även de starkaste av dessa stympningar, i det att nya rotgrenar utväxte från snittytorna. Vid försöken över abnorma rotlägen efterhärmades dels sådana, som visat sig kunna uppstå genom slarvig eller olämplig plantering, dels åstadkommos ännu starkare hopvikningar och knutbildningar. Även vid dessa försök utgjordes materialet av 1-åriga tallar, planterade i lös, väl fuktad sand. Också i detta fall visade sig plantorna anmärkningsvärt tåliga; från den missformade roten utväxte talrika kraftiga grenar, vilka åtminstone till en början föreföllo fullt tillräckliga för plantans vidareutveckling. (Fig. 1.) Om detta även skulle förblivit fallet vid ett senare utvecklingsskede, lämnar MÖLLER dock tills vidare öppet eller, rättare sagt, han tvivlar tydligen därpå, i det att han av sitt försök blott drager den slutsatsen, att man av det ovanjordiska utseendet hos en helt ung tallplantering icke kan bedöma, huruvida arbetet utförts illa eller väl, vad rotläget angår.

SPITZENBERG, vilken såsom MÖLLERS medhjälpare och arbetsbiträde vid nyssnämnda försök direkt kunnat följa desamma, bestyrker VON DÜCKERS iakttagelse, att så snart den ursprungliga huvudroten och sidorötterna hos tallen finnas kvar, om också i ett aldrig så abnormt läge, övertagas deras funktion icke av rötter av högre ordning. I sådana fall, då rotsystemet tryckts ihop till en mer eller mindre hoppressad klump, framväxa visserligen ur denna de rotgrenar, vilkas ändar varit fria, men detta i de rent tillfälliga riktningar, de från början kommit att få. Något normalt rotsystem med fullt utnyttjande av ståndorten erhålles icke därigenom. Olägenheten av och faran med det abnorma rotsystemet blir emellertid ej uppenbar under den första tiden av plantans liv, utan det kritiska stadiet inträder först, när rötterna i »klumpen» ej längre kunna vika undan för varandra under sin ömsesidiga tjocklekstillväxt, utan klämmas hårt intill varandra och hopväxa. *Då* som först blir rotverksamheten allvarligt hämmad, och plantans ovanjordiska delar börja avtyna.

SPITZENBERG uppställer bl. a. följande tvenne frågor till besvarande: 1:o) Är missbildning av rotsystemet en vanlig företeelse i bestånd, uppdragna genom plantering, och äro dylika missbildningar av väsentlig betydelse för beståndets beskaffenhet och värde? 2:o) Genom vilka ekonomiskt användbara planteringsmetoder kan till äventyrs missbildning av rotsystemet undvikas?

På första frågan svarar han, att en deformering av roten i planterade bestånd är regel, och då en korrektion under årens lopp ej kan göras

av plantan själv, måste den abnorma begränsningen av rotsystemet också naturnödvändigt medföra en minskning i stammarnas tillväxt. På den andra frågan svarar S. till en början i allmänna ordalag, att ett planteringssätt måste väljas, som tillåter både pålrot och sidorötter att utväxa i normalt läge. Liksom VON DÜCKER förkastar han

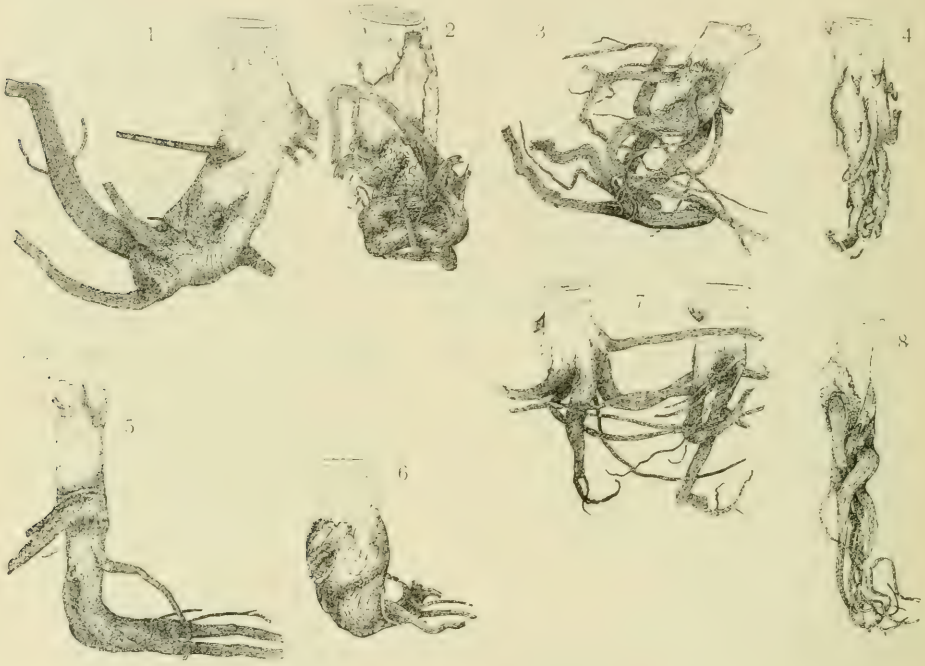


Fig. 2. Starka former av missbildning hos rotsystemet av 8—16-åriga tallar, utsatta medelst barrotsplantering. Fig. 3 och 4 återgiva samma rot, sedd i olika plan. Efter SPITZENBERG. —
Formen starker Missbildung des Wurzelsystems 8- bis 16-jähriger Kiefern, nackt gepflanzt. Fig. 3 und 4 wiedergeben dieselbe Wurzel, von verschiedenen Seiten aus gesehen. Nach SPITZENBERG.

därför à priori de omskolade plantorna med deras felaktigt inriktade rotsystem; planteringsmaterialet måste utgöras av plantor, som fått utveckla sig normalt alltifrån början. SPITZENBERG godkänner emellertid icke heller de av inbördes konkurrens försvagade plantor, som uppvuxit i rader i en på vanligt sätt anlagd plantskolesäng, utan vill hava sitt plantmaterial uppdraget som en bredsådd, vari man sedan genom utgallring reglerar individantalet pr ytenhet och håller skadlig konkurrens borta. Både $\frac{1}{0}$- och $\frac{2}{0}$-åriga dylika plantor kunna användas. Av största vikt är emellertid, att huvudroten ej är längre, än att den städse kan nedsättas i plantgropen (respektive spett- eller spadhålet) i okrökt och vertikalt läge, samt att sidorötterna ej krökas eller rent av hänga

nedåt. Vad de 1-åriga plantorna angår, behöver i regel själva huvudroten något avkortas, sidorötterna däremot endast, om de äro så långa, att de vilja hänga ned. På de 2-åriga plantorna måste både huvud- och sidorötter avklippas; av de senare lämnas blott 1 cm långa stumpar kvar. Från snittytan på dessa utväxa efter planteringen nya rotgrenar, vilka fysiologiskt fullkomligt ersätta de stympade rötterna och växa fram i jorden just i de lägen som dessa i naturligt tillstånd skulle haft.

När man besinnar, att SPITZENBERG förutom denna, åtminstone vad de 2-åriga plantorna angår, omständliga rotklippning också kräver markluckring å planteringsstället, samt att de starkare rotklippta plantorna lätt duka under för torka, om ej nederbörd inträffar i rättan tid och i tillräcklig ymnighet tiden närmast efter utsättningen, så förstår man, att den *ekonomiska* sidan hos en dylik plantering i själva verket måste ställa sig ganska tvivelaktig. SPITZENBERG tillråder också själv sådd av tall på alla platser, där den har utsikt att lyckas; en stor del av hans arbete handlar om tillvägagångssättet därvid.

Till frågan om barrotsplanteringen, sådan den dryftats i Tyskland, må till sist nämnas, att Forstmeister VON GRÆVENITZ i en liten, år 1920 publicerad uppsats (10) påpekat, att SPITZENBERGS förkastelsedom över de omskolade, tvååriga ($\frac{1}{1}$) plantorna av tall är alltför kategorisk. Det är sannt, att dessas samlade, nedåtriktade rotknippe ej är lämpligt att utan vidare eller efter en enkel tvärklippning sättas ut. Klipper man emellertid av de översta sidogrenarna för sig och helt nära huvudroten, så växa dessa grenar sedan ut i normalt horisontalläge. Samtidigt sörja de talrika nedåtriktade rotgrenarna för en god vidfästning och en kraftig vattenupptagning från substratet redan från början, varför enligt VON G:S mening, de omskolade tvååriga plantorna, rätt använda, snarare äro överlägsna än underlägsna sina oomskolade jämnåriga.

För Sveriges vidkommande har barrotsplanteringens — och framför allt den under senare tid allmänt utbredda spettplanteringens — berättigande, förutom i HOLLGRENS förut omnämnda korta referat av VON DÜCKERS uppsats, behandlats av FERD. LINDBERG, särskilt i en artikel i tidskriften Skogen 1920 (11).

LINDBERG, som iakttagit, hurusom på äldre spettplanteringsfält inom hans dåvarande verksamhetsområde, Bispgårdens skolrevir, plantorna i stor utsträckning, ja, somligstädes så gott som mangrannt utdött, och som funnit, att de döende plantorna genomgående haft ett deformerat rotsystem, drager av detta förhållande ungefär samma lärdom som VON DÜCKER och SPITZENBERG.

Även LINDBERG tillråder användningen av oomskolade plantor, men

synes ej hava uppmärksammat rotklippningens betydelse, enär denna icke omnämnes i hans uppsats. De av honom rekommenderade omskolade plantorna av 2 à 3 års ålder hava givetvis så långa sidorötter, att deras naturliga placering i ett spetthål, vore detta än upptaget med ett mycket grovt spett, icke utan vidare är möjlig.

Att den av L. förordade grövre spettmodellen med ett mera cylindriskt, med rundtrubbig spets försett huvud i någon mån skall förbättra planteringsresultaten gent emot dem, som erhållits med de smärre koniska spetten, synes sannolikt, men kräver jämförande försök för att fullt övertygande kunna avgöras. Sådana försök hava också utförts vid skogsförsöksanstaltens norrlandsavdelning. De hittills erhållna resultaten, vilka dock ännu vila på alltför unga kulturer för att tillåta några slutsatser över de olika spettmodellernas företräden med avseende på rotens utbildning, komma att beröras i uppsatsens nästföljande avdelning.

II. Resultat över rotundersökningar, utförda på äldre spettplanteringsfält i Norrland och Dalarna.

Såsom av det föregående framgår, är det till fullo ådagalagt att barrotsplanteringen ger upphov till en mer eller mindre utpräglad missbildning av tallens rotsystem, ett förhållande, som också måste antagas förr eller senare medföra skadliga verkningar för trädets tillväxt. Att *graden* av rotdeformeringen samt den skada, som vållas, emellertid kan gestalta sig mycket olika under olika förhållanden är uppenbart; erfarenheterna från de tyska klämplanteringarna med Wartenbergska spettet kunna ej utan vidare överföras på våra svenska spettplanteringar, utförda som dessa äro enligt en väsentligt olika metod och med användande av lös fylljord närmast den utsatta plantan.

Ett närmare övervägande säger oss, att det är tre olika grupper av faktorer, som alltid påverka planteringsresultatet, nämligen sådana hänförliga till: 1:o) *egenskaper hos själva plantan*, 2:o) *markbeskaffenheten m. fl. edafiska* (d. v. s. av jordmån och klimat orsakade) *faktorer på växtplatsen* och 3:o) *planteringssättet.*

Gränsen mellan attributen av första och tredje gruppen kan i viss mån dragas godtyckligt. Om man till egenskaperna av första gruppen vill räkna icke blott plantans proveniens, ålder, utvecklingsgrad etc., utan också dess egenskap av omskolad eller icke omskolad, rotklippt eller icke rotklippt, doppad i jordvälling eller icke doppad o. s. v., kort sagt alla med själva plantmaterialet *före* planteringen vidtagna åtgärder, blir planteringssättet, d. v. s. attributen av tredje gruppen, sammanfattningen av de arbetsdetaljer, varigenom plantan nedsättes i jorden.

Också med denna begränsning varierar spettplanteringsmetoden åtskilligt. Spettmodellen och därmed det upptagna planthålets storlek och form kan växla, plantan kan sättas vid spetthålets vägg eller mitt i detsamma, fylljorden kan packas på olika sätt och materialet till denna kan väljas med större eller mindre omsorg, eventuellt siktas, råhumustäcket runt planthålets kant kan avlägsnas eller icke o. s. v. Slutligen kan ju planteringen, även om den skenbart verkställts enligt en viss, noga karaktäriserad metod, i verkligheten ha utförts ganska olikformigt, beroende på den olika grad av omsorg och uppfattning om arbetet, som olika individer av arbetsmanskapet presterat.

För att till sist beröra markbeskaffenheten, så kan även denna, såsom utan vidare inses, vara växlande; redan vår vanligaste skogsjord, moräng gruset med podsolprofil och överlagrande förna och humus, kan i sina detaljer vara mycket olikformig, mineraljorden kan vara mer eller mindre hårt sammanpackad, proportionerna mellan fin- och grovmaterialet vara helt olika. Förutom på krosstensgrus ha vi emellertid också planteringar på rullstensbäddar, sand, lera, torv o. s. v.

Att klarlägga i vad mån alla dessa faktorer påverka rotutvecklingen, skulle, såsom lätt inses, i själva verket kräva mycket omfattande och enkom för ändamålet anlagda försök, antingen på ett flertal noga utvalda platser eller kanske allra helst på konstgjorda planteringsbäddar. För så grundliga och kostsamma försök i denna fråga har givetvis ej funnits utrymme å arbetsprogrammet, utan har detta, såsom redan blivit nämnt, endast avsett en undersökning av förhållandena i äldre, i rent praktiskt syfte anlagda planteringar.

Av förestående diskussion torde emellertid inses den svaghet och begränsning, som nödvändigtvis måste vidlåda denna liksom flertalet andra från erfarenheter på fältet grundade skogliga undersökningar; man möter ett kaos av växlande faktorer, av vilkas samverkan resultaten framgått. En analys av de olika faktorernas inflytande på eller, om jag så får säga, andel i ett givet slutresultat, blir under sådana förhållanden vansklig eller omöjlig, även om faktorerna som sådana — i detta fall tänker jag närmast på plantornas behandling och planteringsmetoden — varit fullt kända. Även denna sista fordran har emellertid icke alltid varit möjlig att i önskvärd omfattning förverkliga beträffande dessa gamla, icke för försöksändamål anlagda planteringar, utan som oftast ha uppgifterna härom, åtminstone i en eller annan punkt, varit svävande eller ofullständiga.

Från början fullt medveten om den brist på möjlighet för exakta undersökningsmetoder, vilken à priori måste hindra ett klarläggande av många detaljer, som varit önskvärda att få utredda, har jag i stället

strävat efter att undersöka ett tämligen stort antal särfall, d. v. s. olika planteringar, för att åtminstone i grova drag kunna bilda mig en viss allmänföreställning om rotutvecklingen och plantornas trivsel i våra tidigare utförda spettplanteringar.

För att få de erforderliga primäruppgifterna utsändes våren 1918 ett frågecirkulär av följande ordalydelse:

Herr — — — —

Tid efter annan ha såväl i vårt land som i Tyskland iakttagelser blivit gjorda, vilka väckt farhågor, att åtminstone på visst sätt eller å vissa markslag utförd spettplantering äventyrar plantornas rotutveckling efter ett antal år.

För att, om möjligt vinna klarhet i dessa förhållanden har skogsförsöksanstalten för avsikt att i mån av tid och tillfälle undersöka äldre spettplanteringar och vore Eder för den skull tacksam för uppgifter om sådana, utförda *före* år 1915.

Följande moment i uppgifterna äro önskvärda:

1:o. *Kulturens noggranna belägenhet.* Bevakningstrakt, skog, skiftes- och avdelningsnummer i gällande skogsindelningsplan; avstånd från närmaste järnvägsstation, gästgivargård eller annan lämplig bostadsort; bevakarens namn, post- och telefonadress eller annan lämplig persons, som kan giva upplysning om kulturplatsen.

2:o. *År och årstid* (vår eller höst) *för kulturens utförande.*

3:o. *Plantornas art* (tall eller gran), *ålder, tidigare behandling beträffande omskolning, eventuell rotklippning, doppning i jordvälling vid planteringen o. s. v.*

4:o. *Redskap och förfaringssätt vid planteringen.* Spettmodell, plantering vid spetthålets kant eller mitt i detsamma, övriga instruktioner åt plantörerna eller spettarna o. s. v.

5:o. *Kulturfältets markbeskaffenhet.* Grus-, sand- eller lermark.

6:o. *Kulturfältets storlek.*

7:o. *Använt plantförband.*

Alla iakttagelser, vilka Ni tilläventyrs i övrigt kan och vill meddela rörande spettplanteringar och resultaten därav, äro välkomna.

Svar härå ställda till Skogsförsöksanstaltens Norrlandsavdelning, *Experimentalfältet*, torde godhetsfullt lämnas före den 15 instundande juli.

Experimentalfältet den 10 maj 1918. (Underskrift.)

För vidare distribuering till kronojägare, skogvaktare och dylika, vilka tidigare haft att leda det omedelbara utförandet av de omfrågade kulturerna, utsändes över 400 exemplar av detta frågecirkulär till 112 revirförvaltare, skogsingenjörer, länsjägmästare och skogschefer i Norrland och Dalarne.

Med ledning av de inkomna svaren, för vilka jag begagnar tillfället att här å Skogsförsöksanstaltens vägnar framföra ett tack, desto hellre som utarbetandet av de utförligare och för ändamålet mest användbara av dessa nödvändigtvis krävt åtskilligt arbete och besvär, utvaldes så för besök och närmare undersökning de kulturfält, vilka syntes lämp-

liga att tillsammans giva ett någorlunda fylligt svar på vårt spörsmål. I tabell I (sid 274—279) återfinnes en kortfattad beskrivning över de planteringar, vilka blivit föremål för en mera ingående undersökning. De äro till antalet 34 stycken, varav 5 belägna i Norrbottens, 3 i Västernorrlands, 17 i Jämtlands, 3 i Gävleborgs och 6 i Kopparbergs län.

Att så många planteringar blivit undersökta i Jämtlands län är icke alldeles en tillfällighet, utan beroende därav, att de på tall fattiga skogstrakterna på silurgrund föredragits framför andra, enär risken av misstag genom i kulturerna uppkommen självsådd av detta trädslag här varit minst. Detta slags felkälla har för övrigt varit en av de svårare att undvika; på flera av de äldre kulturfälten, som besökts, har i själva verket självsådden av tall varit så riklig och resterna av det ursprungliga kulturförbandet så pass knappa och svåra att urskilja, att jag ansett riktigast att icke alls fota några undersökningar på detta material. Flera kulturfält, som besökts, hava därför icke medtagits i här åtföljande tabeller. Nyssnämnda orsaker ha också vållat, att materialet från somliga av de undersökta planteringarna bliva ganska knappt, enär jag har ansett detta bättre än att riskera att få med frösådda individ. Att icke desto mindre möjlighet föreligger att enstaka sådana kommit med bland de 1,245 ungtallar, som inalles blivit undersökta, kan givetvis icke med absolut visshet förnekas, men måste i så fall dessa fall procentuellt sett vara försvinnande få och av ingen betydelse för resultatet i dess helhet.

Den i de gamla spettplanteringarna inkomna självsådden har också i så måtto verkat störande på dessa undersökningar, att den omöjliggjort ett noggrannare fastställande av den procent kulturplantor, som redan utgått vid undersökningstillfället. I de vanligen 7—11 åriga planteringarna har denna procent ofta varit stor, stundom större än procenten kvarvarande plantor. Likaledes har naturligtvis ingen möjlighet förefunnits att avgöra, i vad mån rotdeformeringen medverkat till bortdöendet av dessa redan tidigare försvunna individ. Av skäl, som framgår av MÖLLERS tidigare citerade undersökning samt av utredningen i det följande, är det dock icke sannolikt, att rotdeformation hos tallplantorna i någon nämnvärd grad verkar decimerande på dessa under de första åren efter kulturens utförande.

Tillvägagångssättet vid undersökningen av de i tabellerna upptagna planteringsfälten har varit följande. Å ett antal för kulturen ifråga i möjligaste mån representativa plantor, bättre såväl som sämre, hava totala stamlängden, sista årsskottets längd samt stammens tjocklek strax ovanför rothalsen blivit uppmätta, och dessa mått hava protokollförts under ett för varje plantindivid olika nummer. Sedan detta skett, har plantan uppgrävts med roten, vilken har avskiljts genom ett tvärsnitt

Tab. I. **Beskrivning över av skogsförsöksanstaltens norrlands-**
Beschreibung über die in den Jahren 1918—1921 von der Norrlandsabteilung der

Nummer Nummer	Kulturfältet Kulturfeld: Belägenhet: län, socken, plats Örtlichkeit	Ståndortens läge och markbetäckning undersökningsåret Lage und Bodenbedeckung des Standortes im Untersuchungsjahr	Markprofil och jordmån Bodenprofil und Bodenart
	Norrbottens län.		
1	Pite kronopark, bl. 18, nära Önusberg. Piteå socken.	Friskt. Ris och mossa.	Förna och humus 2 cm, blekjord 10 cm, rostjord. Tämligen finkornig urbergsmorän.
2	Pite kronopark, bl. 16, nära Fagerheden. Piteå socken.	Friskt, något kuperat. Ris och mossa.	Förna och humus 2 cm, blekjord 10 cm, rostjord. Fint isälvssediment med grusinblandning.
3	Pite kronopark, bl. 9, å Gaffoberget. Piteå socken.	Bränd 1891. Frisk, kup. nordlut. Bärris, mossa och lavar.	Förna 1—2 cm, blekjord 8—10 cm, rostjord 12—16 cm, oförändrad mineraljord. Normal, föga stenig urbergsmorän.
4	Höglidens kronopark, avd. 56, nära Åträsk. Piteå socken.	Något fuktig sydlut. Bärris, gräs och mossa.	Förna och humus 2—3 cm, blekjord 12—15 cm, rostjord. Normal urbergsmorän, tämligen rik på smärre kantiga stenar i finmaterialet.
5	Höglidens kronopark, avd. 91. Piteå socken.	Torrt läge. Bärris, gräs och lavar.	Förna 2—3 cm, blekjord 7—8 cm, rostjord. Fin sand med inströdda grövre block.
	Västernorrlands län.		
6	Västerhoting, Kramfors A.-B. Tåsjö socken.	Jämnt, friskt läge. Bärris, gräs och mossa.	Förna och humus 3—4 cm, blekjord 10 cm, rostjord. Morän av metamorfoserad lerskiffer.
7	Granöbrännan, Kramfors A.-B. Tåsjö socken.	Jämnt, friskt — torrt läge. Bärris, gräs och mossa.	Förna och humus 2—3 cm, blekjord c:a 10 cm, rostjord. Morän av hård metamorfoserad lerskiffer med skarpkantiga stenar i stor mängd.
8	Vike, Kramfors A.-B. Tåsjö socken.	Småkuperat, friskt läge. Bärris, gräs och mossa.	Förna och humus 3—4 cm, blekjord 8—10 cm, rostjord. Normal urbergsmorän med fint-grusigt material.
	Jämtlands län.		
9	Lövberga, Kramfors A.-B. Alanäs socken.	Kuperat, skyddat läge. Ris och tjockt mosstäcke.	Lerig morän av urbergsmaterial.
10	Hårkaskogens kronopark. Lits socken.	Småkuperat, friskt, skyddat läge. Gräs, örter och björnmossa.	Förna och humus 3 cm, föga utbildat blekjordsskikt. Moränlera med inblandade stenar.
11	Hårkaskogens kronopark. Lits socken.	Småkuperat, friskt öppet läge. Gräs och örter.	Förna och humus 3 cm, föga utbildat blekjordsskikt. Moränlera rik på skiffermaterial.
12	Handogs kronopark, »Gångspängsflon». Lits socken.	Avdikad myr. Starrkärr med tuvor, klädda med ris och björksly.	Tämligen oförmultnad vitmossetorv.
13	Tullingsås kronopark. Ströms socken.	Jämnt, friskt läge. Obetydligt ris, mest gräs och örter, antydande god ämnesomsättning i marken.	Mild humus 3—4 cm, blekjord 7 cm, rostjord. Morän starkt lerig med smärre stenar.

avdelning åren 1918—1921 undersökta äldre spettplanteringar.

forstlichen Versuchsanstalt Schwedens untersuchten älteren Stieleisenpflanzungen.

Plantmaterialet Pflanzenmaterial				Kulturmetoden Kulturmethod		
Kulturtid Gepflanzt im Jahr	Plantförband m × m Verband m × m	Ålder och omskolning Alter und Umsetzen	Behandling i övrigt Sonstige Behandlung	Spettmodell Modell des Stieleisens	Planteringssätt i övrigt Art der Pflanzung im übrigen	Fylljordens beskaffenhet Füllerde
1913	1,5 × 1,5	1/0	Varken klippta eller doppade i jordvälling.	Konisk	2 plantor utsatta i spetthålets mitt.	Mineraljord från platsen.
1914	1,5 × 1,5	2/0	»	»	»	»
1912 1913 1914	1—2	1/0 1/1	?	»	Plantorna utsatta vid spetthålets kant.	»
1914	1,5 × 1,5	2/0	?	»	Plantorna utsatta i spetthålets mitt.	»
1914 hösten	1 × 1	2/1	?	»	»	»
1912	2 × 1,5	1/0	Doppade i jordvälling. Rotklippta endast om rötterna varit särskilt långa.	»	Plantorna i regel utsatta i spetthålets mitt.	Matjord eller stybbjord, stundom blandad med sand.
1912 o. tidigare	2 × 1,5	1/0	»	»	»	»
1910—1912	obestämt	1/0	»	»	»	»
1912	2 × 1,5	1/0	»	»	»	»
1912	1—2	1/2	Doppade i jordvälling, icke rotklippta.	»	Plantan satt vid spetthålets kant.	Mineraljord.
1911	1—2	1/0 något 2/0	»	»	»	»
1911	1—2	2/0	»	»	»	»
1913	2 × 2	2/0	Varken rotklippta eller doppade i jordvälling.	»	Plantan satt i spetthålets mitt. Markbetäckning väl avlägsnad.	»

Nummer Nummer	Kulturfältet Kulturfeld: Belägenhet: län, socken, plats Örtlichkeit	Ståndortens läge och markbetäckning undersökningsåret Lage und Bodenbedeckung des Standortes im Untersuchungsjahr	Markprofil och jordmån Bodenprofil und Bodenart
14	Tullingsås kronopark. Ströms socken.	Jämnt, friskt — fuktigt läge. Yppig markvegetation av mest gräs och örter.	Väl multnad torv, 10 cm, ovan starkt lerig morän med smärre stenar.
15	Bäcken, litt. Ca. Offerdals socken.	Högt läge, c:a 650 ö. h. Ymnig vegetation av gräs och örter, rönn- och björksly.	Förna och humus 2 cm, föga utbildat blekjordsskikt 5 cm, rostjord 15—20 cm. Starkt lerig och skifferrik morän.
16	Berge, Vifstavarfs A.-B. Offerdals socken.	Jämnt, mestadels fuktigt läge. Tjockt mosstäcke m. bärris.	Förna och råhumus 4—5 cm, blekjord 5—6 cm, därunder rostjord. Starkt lerig morän.
17	Västerhus kronopark. Frösö socken.	Jämnt, friskt — torrt läge. Mossa och bärris.	Förna 2—3 cm, blekjordsskikt svagt utbildat 2—3 cm, därunder rostjord. Moränlera med små skifferskärvor. (Skiffergrus.)
18	Sunne kyrkoherdeboställe. Sunne socken.	Jämnt, friskt läge. Mossa, gräs och bärris.	Mild humus 2 cm, podsolprofil föga utbildad. Starkt lerig morän med skarpkantiga skiffer- och kvartsitstenar.
19	Andersöns kronopark. Sunne socken.	Jämnt, torrt läge. Mossa, gräs och enbuskar.	Mulljord 1 cm, podsolprofil föga utbildad. Moränlera (silurmorän) med skarpkantiga smärre stenar.
20	Helgesund-våge kronopark, skifte III. Hallens socken.	Avdikad myr. Ris och dvärgbjörk.	Vitmosse — starrtorv.
21	Ammer kronopark, block II, avd. 8. Revsunds socken.	Skyddad, försumpad nordlut. Ris, mossa och björksly.	Lerig morän med urbergsmaterial (småsten).
22	Brattbyns kronopark, avd. 53. Revsunds socken.	Högt, expon., friskt — torrt. Ris, mossa och björksly.	Lerig urbergsmorän.
23	Revsunds kyrkoherdeboställe, avd. 20. Revsunds socken.	Småkuperat, delvis friskt, delvis fuktigt läge. Gräs och mossa samt lövsly.	Lera, h. o. d. täckt av sand och grus.
24	Sösjö kronopark, avd. 29. Bräcke socken.	Kuperat, friskt läge. Mossa, gräs och bärris.	Normal urbergsmorän, föga stenbunden.
25	Ansjö kronopark, plats nära Grästjärn. Hällesjö socken.	Friskt—torrt exponerat läge. Mossa, gräs och bärris.	Normal urbergsmorän med större och mindre stenar.
	Gävleborgs län.		
26	Hamra kronopark, bl. VI, sk. 2, avd. 51. Loos socken.	Delvis frisk, delvis torr sydvästlut. Tjockt mosslager, bärris.	Normal finkornig och blockrik urbergsmorän.
27	Hamra kronopark, bl. VI, sk. 2, avd. 8. Loos socken.	Kuperat, friskt — torrt läge med svag västlut. Tämligen tjockt mosslager, bärris.	Podsolprofil med 1 dm tjockt blekjordslager. Lerig morän med inblandade stenar.
28	Hamra kronopark, bl. IV, sk. 3, avd. 1. Loos socken.	Friskt—torrt exponerat läge, nordlut. Tjockt mosslager med bärris.	Stark råhumusbildning ovan podsolprofil med mäktigt blekjordsskikt. Normal stenbunden morän.

Plantmaterialet Pflanzenmaterial				Kulturmetoden Kulturmethod		
Kulturtid Gepflanzt im Jahr	Plantförband m × m Verband m×m	Ålder och omskolning Alter und Umsetzen	Behandling i övrigt Sonstige Behandlung	Spettmodell Modell des Stieleisens	Planteringssätt i övrigt Art der Pflanzung im übrigen	Fyllordens beskaffenhet Füllerde
1914	2 × 2	2/0	Varken rotklippta eller doppade i jordvälling.	Konisk.	Plantan satt i spetthålets mitt. Markbetäck. väl avlägsn.	Mineraljord.
1914	1,5 × 1,5	2/0	»	»	Plantan satt i spetthålets mitt.	?
1916	?	?	?	»	?	?
1913	?	2/0	?	»	Plantan satt i spetthålets mitt.	Dy- och sandblandad jord.
1911	?	2/0	?	»	»	»
1912	?	2/0	?	»	»	»
1914	1,5 × 1,5	2/0	Doppade i jordvälling, icke rotklippta.	»	»	Mineraljord.
1912	1,5 × 1,5	2/0	Varken rotklippta eller doppade i jordvälling.	»	Plantan satt vid spetthålets kant.	»
1912	2 × 2	1/0	»	»	»	»
1912	2 × 2	2/0	»	»	»	»
1914 o. 1915	2 × 2	3/0	»	»	»	»
1912	?	2/0	Plantorna rotklippta, doppade i jordvälling.	»	»	»
1912	1,8 × 1,5	2/0	»	»	Plantor satta i spetthålets mitt.	»
1912	1,8 × 1,5	2/0	»	»	»	»
1912	1,8 × 1,5	2/0	»	»	»	»

Nummer Nummer	Kulturtältet Kulturfeld: Belägenhet: län, socken, plats Örtlichkeit	Ståndortens läge och markbetäckning undersökningsåret Lage und Bodenbedeckung der Standortes im Untersuchungsjahr	Markprofil och jordmån Bodenprofil und Bodenart
	Kopparbergs län.		
29	Näsets utskog, litt. R. Älvdalens socken.	Friskt läge, nordlut. 550 m ö. h. Stark gräsväxt, något ris, örter och lövsly.	Mild humus ovan podsolprofil med mäktigt blekjordsskikt. Normal urbergsmorän med porfyrmaterial.
30	Nusnäs, litt. L. Mora socken.	Friskt — torrt, jämnt läge. Lavar och något bärris.	Podsolprofil med tunn humus och svagt utbildat blekjordsskikt. Utsvämmad morän med övervägande finmaterial.
31	Holen, litt. B. Gustavs socken.	Kuperad, frisk — torr sydostlut. Gräs och något bärris.	Podsolprofil med tunn humus och svagt utbildat blekjordsskikt. Fin stenfri sandmo.
32	Ivarshyttan, litt. E. Hedemora socken.	Exponerat friskt läge. Riklig gräsväxt jämte bärris.	Podsolprofil å normal, grusig stenblandad morän.
33	Svensbo, litt. Abc. Folkärna socken.	Torr sydvästlut. Mest ljung och bärris.	Podsolprofil å normal morän av fint material (sand och grus).
34	Överbo, litt. Ec. Folkärna socken.	Frisk — fuktig nordostlut. Mossa och ymnig gräsväxt.	Podsolprofil ovan stenbunden normal morän.

Erklärung zur Tabelle I

Kolonne 3 (Standort):

Avdikad = entwässert.
Bärris = *Myrtillus* u. (oder) *Vaccinium*.
Björksly = Birkengebüsch.
Björnmossa = *Polytrichum*.
Bränd = abgebrannt.
Dvärgbjörk = *Betula nana*.
Enbuskar = Wacholder.
Friskt = frisch.
Fuktig = feucht.
Försumpad = versumpft.
Gräs = Gräser.
Jämnt = eben.
Läge = Lage.
Lavar = Flechten.
Markvegetation = Bodenvegetation.
Mossa = Moos.
Mosstäcke = Moosdecke.
Myr = Moor.
Något = ein wenig.
Nordlut = Nordhang.
Öppet = offen.
Örter = Kräuter.
Ris = Zwergsträucher.
Rönn = Eberesche.
Skyddat = geschützt.
Starrkärr = Seggenmoor
Sydlut = Südhang.
Tjockt = dick.
Torrt = trocken.
Västlut = Westhang.
Ymnig = reichlich.
Yppig = üppig.

Kolonne 4 (Boden):

Blekjord = Bleicherde.
Block = Steinblöcke.
Finkornig = feinkörnig.
Föga = nur wenig.
Förna = Waldstreu.
Grus = Gries, Kies.
Inblandning = Einmischung.
Isälvssediment = d. diluvialer Flüsse.
Inströdda = mit einzelnen . . . . vermischt
Lerig = lehmhaltig, -artig.
Lerskiffer = Tonschiefer.
Multnad = vermodert.
Oförmultnad = unvermodert.
Rostjord = Orterde.

Plantmaterialet Pflanzenmaterial				Kulturmetoden Kulturmethod		
Kulturtid Gepflanzt im Jahr	Plantförband m × m Verband m × m	Ålder och omskolning Alter und Umsetzen	Behandling i övrigt Sonstige Behandlung	Spettmodell Modell des Stieleisens	Planteringssätt i övrigt Art der Pflanzung im übrigen	Fylljordens beskaffenhet Füllerde
1912	1,5 × 1,5	1/0	Plantorna doppade i jordvälling, icke rotklippta.	Konisk.	Plantor satta vid spetthålets kant. (Marksvålen noga avlägsnad.)	Mineraljord.
1909	1,5 × 1,5	1/0	»	»	Plantor satta vid spetthålets kant.	»
1909 hjälppl. 1913	1,5 × 1,5	2/0	»	»	?	»
1910	1,5 × 1,5	2/0	»	»	?	»
1913	1,5 × 1,5	2/0	»	»	?	»
1913	1,5 × 1,5	2/0	»	»	?	

Skarpkantiga = mit scharfen Ecken.
Skiffer = Schiefer.
Skärvor = Bruchstücke.
Smäre = kleinere.
Starrrtorv = Seggentorf.
Stora = grosse.
Tämligen = ziemlich.
Urbergsmorän = Moräne aus Urgestein.
Vitmosstorv = Hochmoortorf.

Kolonne 8:

Doppade i = in . . . . getaucht.
Endast = nur.
Icke = nicht.
Jordvälling = Brei aus Erde und Wasser.
Klippta, rotklippta = verschnitten (die Wurzeln).
Varken . . . . eller = weder . . . . noch.

Kolonne 10:

Kant = Rand.
Markbetäckning avlägsnad = Bodenbedeckung entfernt.
Mitt = Mitte.
Plantor = Pflanzen.
Spetthål = Loch aufgenommen mit dem Stieleisen.

Kolonne 11:

Matjord = Humuserde.
Stybbjord = Kohlenstauberde.

strax ovan rothalsen, och på den till rotdelen hörande snittytan hava nummer, motsvarande dem i protokollet, skrivits. De avskurna rötterna hava allesammans för vidare undersökning och klassificering medtagits till skogsförsöksanstalten, dit också jordprov från kulturfälten medförts.

Vid bestämningen och karaktäriseringen av kulturfältens lösa jordmån har hjälp lämnats av docent OLOF TAMM; klassificeringen av tallrötterna åter har för att undvika faran av ett ensidigt, kanske alltför subjektivt bedömande, skett under benägen medverkan av fil. doktor L.-G. ROMELL. Till dessa båda personer framföres härmed ett varmt tack för deras tjänstvilliga och sakkunniga bistånd.

Det insamlade rotmaterialet visade, såsom var att vänta, i stor utsträckning de missbildningar, som förut skildrats i uppsatsens förra del. Icke på något kulturfält voro emellertid tallrötterna *genomgående* missbildade, utan överallt var det så, att somliga plantor företedde ett till synes alldeles normalt rotsystem, under det att åter de övrigas visade sig vara i ringare eller starkare grad deformerat. Beträffande de olika graderna och formerna av deformation, så återfunnos i regel alla de vanskapligheter, vilka VON DÜCKER och SPITZENBERG liksom LINDBERG tidigare skildrat. Någon annan indelning än en lindrigare och en starkare form av missbildning har dock svårligen kunnat genomföras, och att även mellan dessa båda kategorier av rötter liksom f. ö. ock mellan de lindrigare och icke alls deformerade gränsen är något vag ligger i sakens natur. Rötterna från samtliga de undersökta och protokollförda plantorna hava sålunda — efter samråd mellan doktor ROMELL, skogsbiträdet på norrlandsavdelningen e. kronojägare MARELD samt författaren — uppsorterats i 3 olika grupper, i tabell II, III och V betecknade såsom typ a, b och c, vilka kunna karaktäriseras på följande sätt.

Typ a, normala rotsystem: rotgrenarna av 1:sta ordningen belägna i flera plan och utgående från huvudroten under någorlunda normal (d. v. s. stor) vinkel. Krökar och vanskapligheter i rotsystemet endast av sådan natur, att de kunna tänkas uppkomna genom att en från början normalt vuxen rot senare mött hinder i form av stenar och block i jorden på växtplatsen.

Typ b, i lindrigare grad deformerade rotsystem: rotgrenarna av 1:sta ordningen tvångsorienterade i *ett* plan, ofta i sin översta del mer eller mindre tätt nedåttryckta, liggande intill varandra och mot huvudroten. Ofta starkare S-formiga krökningar hos denna eller hos den rotgren, som fått ersätta en förkrympt huvudrot, vilka krökningar giva intryck av att hava tillkommit redan vid plantans utsättning. Rötterna av typ b kunna sägas vara tydligt deformerade såsom följd av planteringssättet, men deformeringen är icke så stark, att den *nödvändigtvis* måste betyda

att trädets förmåga att fortleva eller kanske ens att avsätta någorlunda normal tillväxt därigenom är förhindrad.

Typ c, starkt deformerade rotsystem: huvudrot och rotgrenar av 1:sta ordningen visa stora vanskapligheter, omslingra varandra, bilda formliga öglor o. s. v. Deformeringen är här av den beskaffenhet, att man måste hålla det för omöjligt, att under rotens fortsatta utveckling och tjocklekstillväxt ledningsbanorna i dess äldsta, centrala delar i längden skola kunna fungera normalt. För ett trädslag, vilket likt tallen saknar förmågan att såsom exempelvis granen utveckla nya rötter från stamdelen *ovanför* rothalsen, synes ett rotsystem av typ c döma individen att i förtid dö eller åtminstone att fortleva blott under abnormt nedsatt tillväxt. Även motståndskraften mot stormfällning måste hos träd med rotsystem av typen c och väl även av typen b vara ringare än normalt.

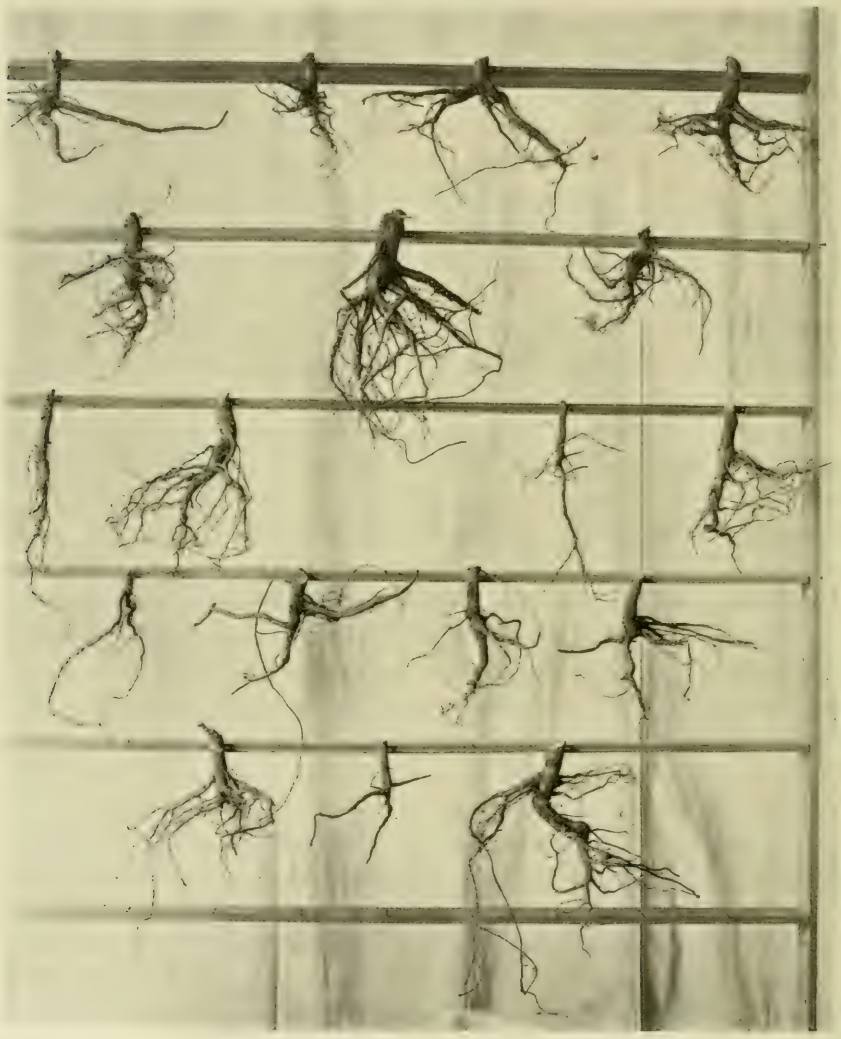
Huru rötter av olika kategorier kunna te sig, framgår exempelvis av figurerna 3—8, vilka visa rotsystemen av samtliga undersökta tallindivid dels från ett planteringsfält å Refsunds kyrkoherdeboställe i Jämtland, n:o 23 i tabellerna I—III och V, dels från ett fält å Hamra kronopark, n:o 26 i nyssnämnda tabeller; rötterna av typ a återfinnas å fig. 3 och 6, de av typ b å fig. 4 och 7 och de av typ c å fig. 5 och 8.

Vi skola nu övergå till en närmare jämförande granskning av rotmaterialet i dess helhet, avseende att utröna: 1:o *omfattningen och graden av rotdeformation*, d. v. s. den procentuella förekomsten av individ med rottyperna b och c, ävensom i vad mån ett samband tilläventyrs kan påvisas mellan dessa tal och vissa i det föregående diskuterade faktorer såsom plantmaterialets beskaffenhet vid planteringen, planteringsmetod, jordmån etc.; 2:o *sambandet mellan de undersökta individens rotsystem och deras ovanjordiska delar*.

För att underlätta denna överblick har tabell II upprättats. Under samma nummer som i tabell I återfinnas här uppgifter om samtliga de 34 beskrivna spettplanteringarna. I tredje kolumnen avläses plantornas ålder vid undersökningen å fältet (talet i kolumnen anger egentligen det antal *vegetationsperioder*, som respektive prantor genomlevat efter fröets groning), i fjärde kolumnen återfinnes antalet undersökta individ samt i femte, sjätte och sjunde kolumnerna den procentuella fördelningen av nämnda individ mellan rotsystem av typerna a, b och c. De nio sista (8:de—16:de) kolumnerna innehålla *medelsiffror*, visande stamlängd (i cm), stammens tjocklek ovan rothalsen (i mm.) samt sista årsskottets längd (i cm) hos individ, försedda med rötter av nyssnämnda trenne olika slag.

Procenten av rotdeformerade individ, om vi till en början blott skilja på normala och icke normala rötter, befinnes i olika kulturer växla mellan 33 och 92 %, i genomsnitt ha de utgjort 62 % av samtliga un-

dersökta, under det blott 38 % varit normala. Den starkare, enligt vårt förut gjorda antagande mera ödesdigra formen av rotdeformtion har funnits hos o till 68 % undersökta individ, i medeltal hos 22 %, den sva-

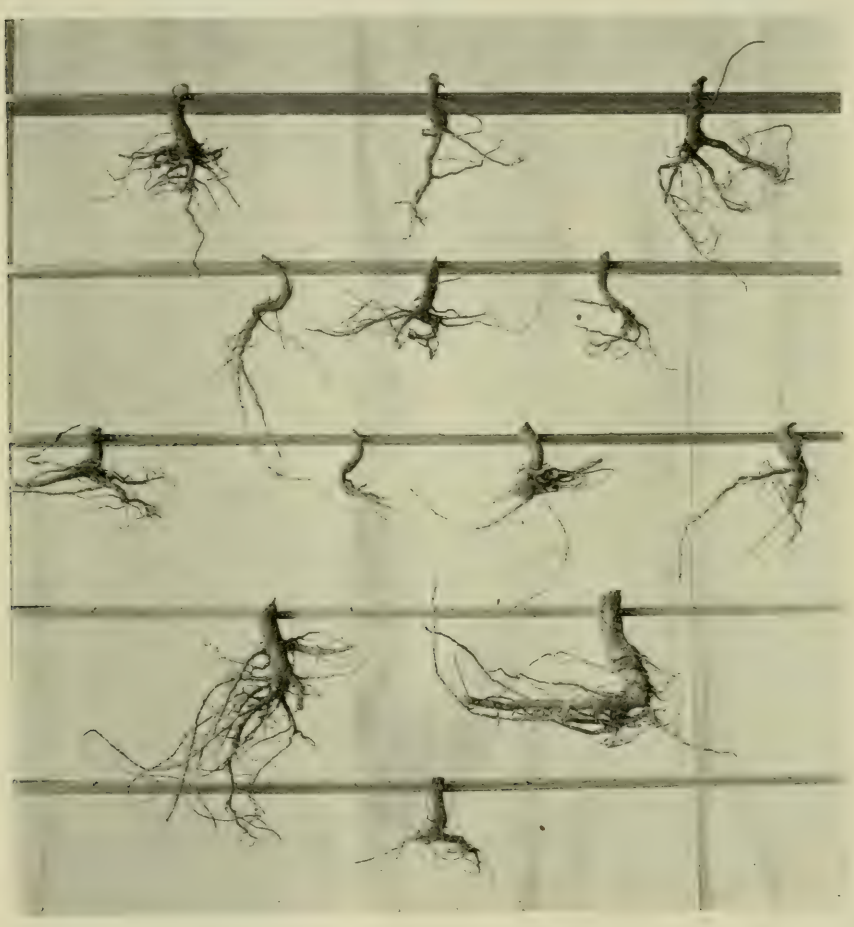


Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 3. Rötter av någorlunda normal typ (*a*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 23 å Revsunds kyrkoherdeboställe, Jämtland.
Einigermassen normale Wurzeln (Typus a) von 12-jährigen Kiefern auf Kulturfeld Nr. 23 in Revsunds Pastorsamtsgut, Jämtland.

gare hos 20—65 %, i medeltal hos 40 %. Medeltalen för hela undersökningsmaterialet bliva alltså: normala 38 %, svagare rotdeformerade 40 %, starkare rotdeformerade 22 %.

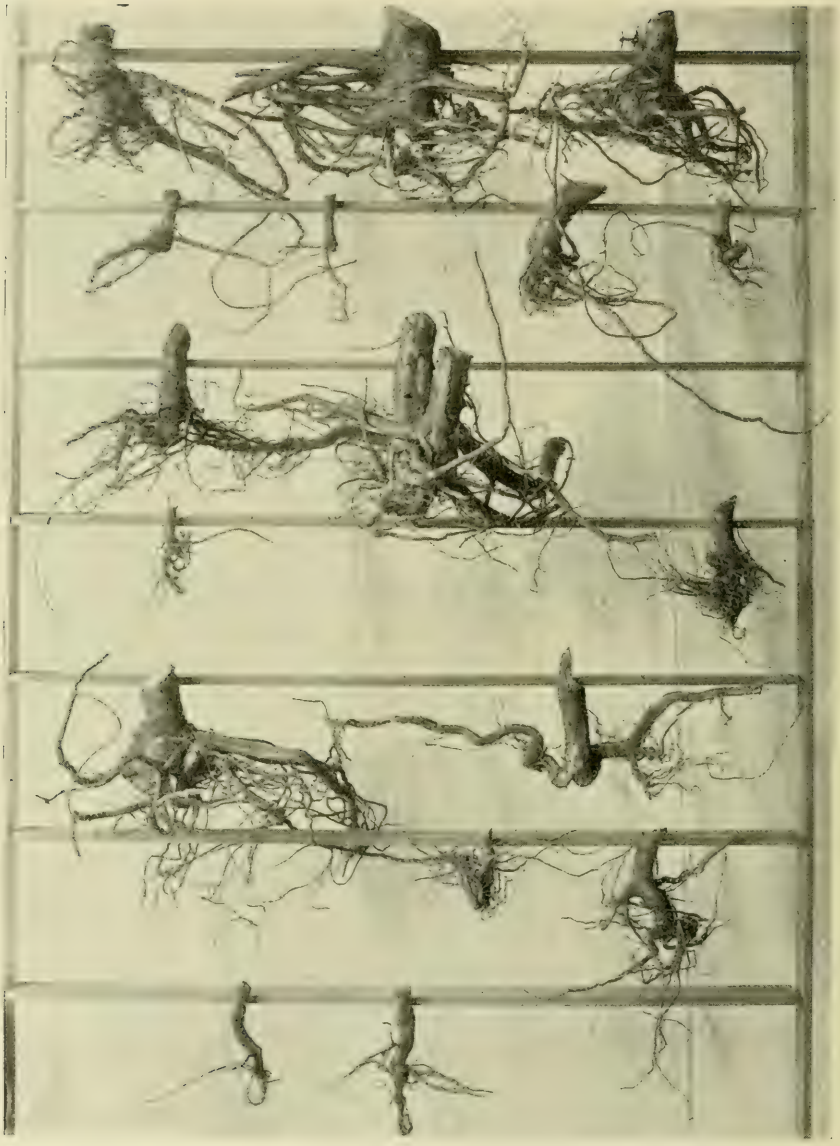
Som närmare synes i tabellerna II och III, växlar både totala omfattningen och graden av rotdeformation inom mycket vida gränser. Av skäl, som jag redan förut påpekat, kan man icke heller vänta sig att av föreliggande undersökningsmaterial annat än i mycket grova drag kunna



Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 4. Rötter av svagare deformerad typ (*b*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 13 å Revsunds kyrkoherdeboställe, Jämtland.
Schwächer deformierte Wurzeln (Typus b) von 12-jährigen Kiefern auf Kulturfeld Nr. 23 in Revsunds Pastorsamtsgut, Jämtland.

påvisa sambandet mellan denna variation och vissa på densamma otvivelaktigt inverkande faktorer. En av de praktiskt viktigare av dessa faktorer — eftersom det står i vår makt att själva bestämma över densamma — är *plantans ålder vid utsättningen.* Om vi ur undersökningsmaterialet frånskilja planteringsfält n:o 3, varest både 1- och 2-åriga

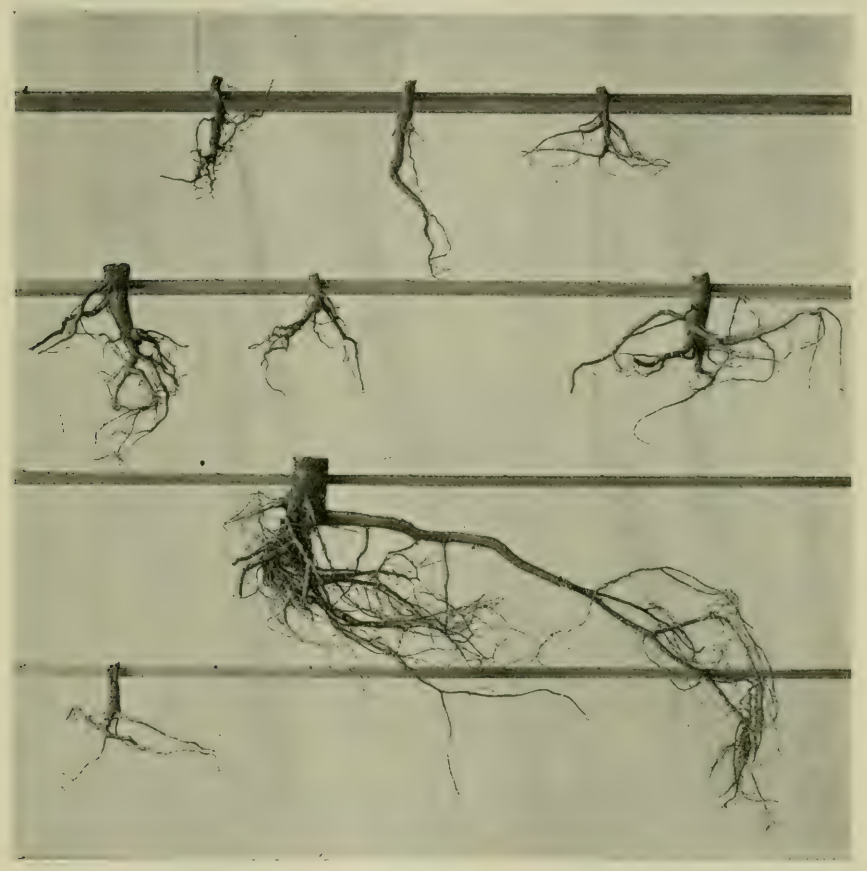


Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 5. Rötter av starkt deformerad typ (*c*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 23 å Revsunds kyrkoherdeboställe, Jämtland.
Stark deformierte Wurzeln (Typus c) von 12-jährigen Kiefern auf Kulturfeld Nr. 23 in Revsunds Pastorsamtsgut, Jämtland.

plantor utsatts, samt n:o 16, varest plantornas ålder vid utsättningen är oss obekant, finna vi, att på de återstående 32 fälten dels 1-, dels 2- och dels 3-åriga plantor blivit använda. En uppdelning av materialet

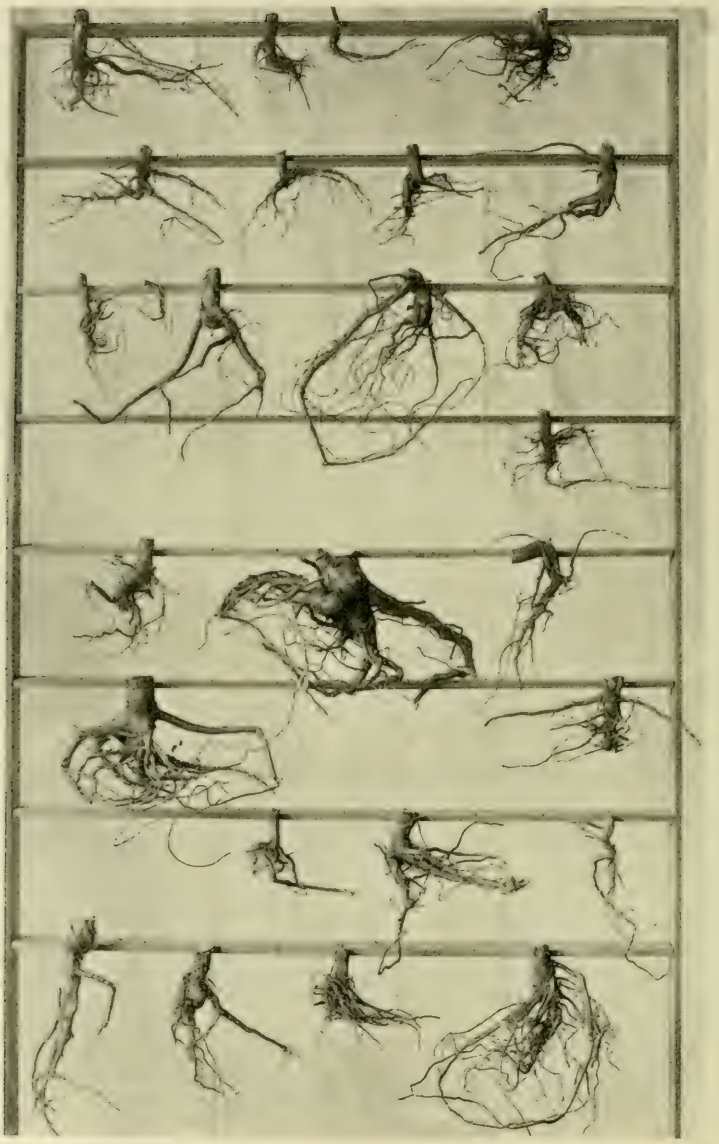
enligt denna indelningsgrund ter sig på sätt, som tabell III visar. Inom såväl gruppen 1- som 2-åriga plantor råder en stark variation, allra mest dock inom den senare, där planteringsfälten n:o 20 och 21 representera ytterligheterna hos materialet i dess helhet. Medelvärdena för respektive



Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 6. Rötter av någorlunda normal typ (*a*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 26 å Hamra kronopark, Hälsingland.
Einigermassen normale Wurzeln (Typus a) von 12-jährigen Kiefern auf Kultarfeld Nr. 26 in Hamra Kronopark, Hälsingland.

grupper antyda dock en något gynnsammare rottypsfördelning för den förra än för den senare gruppen, nämligen respektive 42:38:20 mot 37:41:22. Ännu litet större skulle skillnaden blivit, om i den senare gruppen frånskiljts n:o 12, 20 och kanske n:o 14, å vilka fält substratet för planteringen utgjorts av torv och som sakna motsvarighet inom den första gruppen. Medelvärdena för grupp 2 skulle med denna korrigering bliva 35:40:25. Vida sämre te sig förhållandena på de tre fält, där plant-

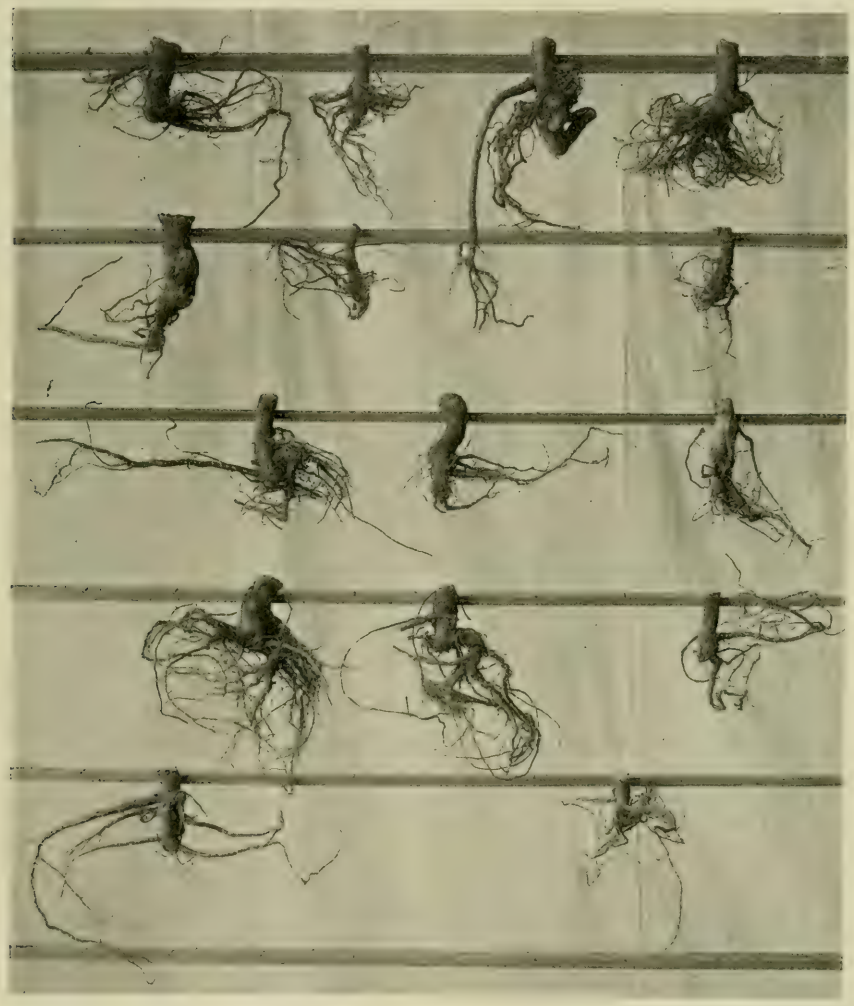


Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 7. Rötter av svagare deformerad typ (*b*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 26 å Hamra kronopark, Hälsingland.
Schwächer deformierte Wurzeln (Typus b) von 12-jährigen Kiefern auf Kulturfeld Nr. 26 in Hamra Kronopark, Hälsingland.

materialet utgjorts av 3-åriga plantor; vi finna här förhållandet mellan plantor av olika rottyper i medeltal kunna uttryckas med förhållandet 22:51:27. I stort sett finna vi alltså vårt material fullkomligt bestyrka

de erfarenheter, som förfäktats av i det föregående citerade tyska författare, nämligen *att de skadliga verkningarna av spettplanteringen* (och i viss mån av barrotsplanteringen över huvudtaget) *bliva desto mera fram-*



Ur Skogsförsöksanstaltens saml. Foto förf.

Fig. 8. Rötter av starkt deformerad typ (*c*) från 12-åriga tallar på kulturfält n:r 26 å Hamra kronopark, Hälsingland.
Stark deformierte Wurzeln (Typus c) von 12-jährigen Kiefern auf Kulturfeld Nr. 26 in Hamra Kronopark, Hälsingland.

trädande, ju längre i utveckling rotsystemet kommit vid planteringstillfället. Att skillnaden mellan 1- och 2-åriga plantor befunnits vara så pass ringa, står kanske i samband med den omständigheten, att våra svenska 2-åriga tallplantor — särskilt oomskolade sådana av norrländsk

Tab. II. **Rotens beskaffenhet och plantans stam-**
Beschaffenheit der Wurzel und Stammentwicklung der

Nummer Nummer	Belägenhet: län, socken, plats Örtlichkeit	Plantålder vid tiden för undersökningen Alter der Pflanzen z. Z. der Untersuchung	Antal undersökta plantor Anzahl der untersuchten Pflanzen	Rotens beskaffenhet; procentuell fördelning av rötter av olika typer Wurzelbeschaffenheit: procentuale Verteilung der Wurzeln verschiedener Typen		
				a %	b %	c %
	Norrbottens län.					
1	Pite kronopark. bl. 18, nära Önusberg... Piteå socken.	8	12	25	33	42
2	Pite kronopark, bl. 16, nära Fagerheden Piteå socken.	8	51	33	37	30
3	Pite kronopark, bl. 9 å Gaffoberget ..... Piteå socken.	8—9	55	60	36	4
4	Höglidens kronopark, avd. 56, nära Åträsk Piteå socken.	8	51	33	49	18
5	Höglidens kronopark, avd. 91 ..... Piteå socken.	9	51	25	65	10
	Västernorrlands län.					
6	Västerhoting, Kramfors A.-B. ..... Tåsjö socken.	9	16	56	25	19
7	Granöbrännan, Kramfors A.-B. ..... Tåsjö socken.	9 o. äldre	20	70	20	10
8	Vike, Kramfors A.-B. ..... Tåsjö socken.	9—11	36	61	36	3
	Jämtlands län.					
9	Lövberga, Kamfors A.-B. ..... Alanäs socken.	11	53	30	51	19
10	Hårkaskogens kronopark..... ..... Lits socken.	11	25	24	44	32
11	Hårkaskogens kronopark..... Lits socken.	10	24	37	46	17
12	Handogs kronopark ..... Lits socken.	11	25	44	44	12
13	Tullingsås kronopark ..... Ströms socken.	9	24	67	33	0
14	Tullingsås kronopark ..... Ströms socken.	8	23	32	64	4
15	Bäcken, litt. Ca ..... Offerdals socken.	8	35	26	51	23

utveckling i samma spettplanteringar som i tab. I.

Pflanze in denselben Stieleisenpflanzungen wie in Tab. I.

Stammens utveckling hos plantor av olika rottyp Stammentwicklung bei Pflanzen von verschiedenem Wurzeltypus								
Rottyp a Wurzeltyp a			Rottyp b Wurzeltyp b			Rottyp c Wurzeltyp c		
Stammens Der Stamm		Sista årsskottets medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm	Stammens Der Stamm		Sista årsskottets medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm	Stammens Der Stamm		Sista årsskottets medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm
medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm		medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm		medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm	
29,7	7,0	10,3	24,3	6,0	7,5	33,0	7,8	10,0
23,8	7,0	7,8	28,8	8,7	10,9	33,7	9,7	11,3
18,9	4,4	5,4	21,6	4,9	5,6	21,5	6,0	5,5
30,4	9,6	9,2	32,5	7,9	7,5	42,4	10,9	8,9
18,0	5,2	6,1	20,0	6,0	5,5	17,0	6,2	4,4
25,0	12,5	—	30,0	13,7	—	70,0	23,3	—
22,9	5,2	—	18,8	4,8	—	22,5	3,5	—
39,5	8,6	7,7	37,7	8,1	9,5	35,0	8,0	12,0
29,8	7,2	5,3	45,9	11,7	7,4	51,1	14,2	9,4
65,0	18,4	8,6	57,3	11,7	10,2	40,8	12,1	11,0
56,7	10,7	10,5	66,3	14,2	10,5	87,5	19,3	17,0
50,0	9,2	7,7	65,0	10,7	7,7	46,7	9,7	—
36,3	6,1	9,2	46,9	9,1	10,5	—	—	—
39,3	8,0	12,3	40,0	8,3	11,3	40,0	12,0	—
34,8	7,0	8,7	41,1	7,9	8,8	41,5	10,0	10,4

Nummer Nummer	Belägenhet: län, socken, plats Örtlichkeit	Plant-ålder vid tiden för undersök-ningen Alter der Pflanzen z. Z. der Unter-suchung	Antal under-sökta plantor Anzahl der unter-suchten Pflanzen	Rotens beskaffenhet; procentuell fördelning av rötter av olika typer Wurzelbeschaffenheit: procentuale Verteilung der Wurzeln verschiedener Typen		
				a	b	c
				%	%	%
16	Berge, Vifstavarfs A.-B. ..... Offerdals socken.	? (högst 8)	31	52	42	6
17	Västerhus kronopark ..... Frösö socken.	9	53	28	49	23
18	Sunne kyrkoherdeboställe ..... Sunne socken.	11	31	26	58	16
19	Andersöns kronopark ..... Sunne socken.	10	17	41	47	12
20	Helgesund-våge kronopark, skifte III ... Hallens socken.	8	24	79	21	0
21	Ammer kronopark, bl. II, avd. 8 ..... Revsunds socken.	12	25	8	24	68
22	Brattbyns kronopark, avd. 53..... Revsunds socken.	11	54	17	46	37
23	Revsunds kyrkoherdeboställe, avd. 20 ... Revsunds socken.	12	50	38	26	36
24	Sösjö kronopark, avd. 29 ..... Bräcke socken.	10—11	31	16	45	39
25	Ansjö kronopark, nära Grästjärn ..... Hällesjö socken.	12	49	20	53	27
	Gävleborgs län.					
26	Hamra kronopark, bl. VI, sk. 2, avd. 51 Loos socken.	12	50	16	54	30
27	Hamra kronopark, bl. VI, sk. 2, avd. 8 Loos socken.	12	26	27	42	31
28	Hamra kronopark, bl. IV, sk. 3, avd. 1 Loos socken.	12	50	40	38	22
	Kopparbergs län.					
29	Näsets utskog, litt. R ..... Älvdalens socken.	11	25	36	44	20
30	Nusnäs, litt. L ..... Mora socken.	14	40	53	37	10
31	Holen, litt. B ..... Gustavs socken.	15	49	25	57	18
32	Ivarshyttan, litt. E ..... Hedemora socken.	14	50	48	36	16
33	Svensbo, litt. Abc ..... Folkärna socken.	11	39	44	38	18
34	Överbo, litt. Ec ..... Folkärna socken.	11	50	58	32	10

Stammens utveckling hos plantor av olika rottyp
Stammentwicklung bei Pflanzen von verschiedenem Wurzeltypus

Rottyp a Wurzeltyp a			Rottyp b Wurzeltyp b			Rottyp c Wurzeltyp c		
Stammens Der Stamm		Sista årsskottets	Stammens Der Stamm		Sista årsskottets	Stammens Der Stamm		Sista årsskottets
medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm	medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm	medellängd Durschschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm	medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm	medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschn.-diameter a. d. Basis mm	medellängd Jüngster Trieb Durchschn.-länge cm
—	—	—	—	—	—	—	—	—
28,3	8,2	9,2	40,5	11,2	10,7	39,3	10,6	9,5
26,6	7,9	8,1	31,7	6,4	9,0	37,6	7,8	7,8
34,5	5,6	8,0	41,4	9,0	9,6	36,5	10,5	11,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—
89,0	24,0	14,0	84,2	18,3	13,3	99,1	23,5	11,8
63,7	15,1	15,4	75,1	18,7	15,2	75,8	20,3	16,1
70,6	18,7	14,9	61,9	17,2	17,5	114,1	31,4	17,7
96,6	29,0	21,0	67,8	18,4	15,4	83,8	25,6	13,5
73,8	19,7	12,5	79,5	20,9	11,9	91,0	24,2	14,8
62,1	18,6	9,4	75,8	22,3	14,2	73,0	21,9	10,3
50,9	17,1	10,3	58,3	14,0	12,2	80,0	20,9	16,9
73,5	16,4	11,7	74,3	18,8	15,0	80,6	20,0	15,9
66,8	19,0	9,8	67,0	23,5	9,4	72,0	27,0	10,6
145,9	28,6	19,9	122,2	25,6	17,7	68,0	19,0	11,0
118,1	31,3	28,6	124,8	32,9	26,7	110,0	29,7	24,6
88,2	22,4	22,7	119,4	28,2	25,2	107,8	29,5	23,5
118,8	30,4	19,9	127,7	34,3	19,3	105,4	31,6	15,7
95,1	22,6	20,6	100,7	25,3	20,6	105,2	24,2	22,0

Tab. III. **Procentuell fördelning mellan normala samt svagare och starkare rotdeformerade individ.**

Prozentuale Verteilung normaler und mehr oder weniger wurzeldeformierter Individuen.

Plantorna vid utsättningen 1-åriga Pfl. bei d. Pflanzung 1-jährig				Plantorna vid utsättningen 2-åriga Pfl. bei d. Pflanzung 2-jährig				Plantorna vid utsättningen 3-åriga Pfl. bei d. Pflanzung 3-jährig			
Fältets n:r Nr des Feldes	Procent av olika rottyper % vom Typus			Fältets n:r Nr des Feldes	Procent av olika rottyper % vom Typus			Fältets n:r Nr des Feldes	Procent av olika rottyper % vom Typus		
	a	b	c		a	b	c		a	b	c
1	25	33	42	2	33	37	30	5	25	65	10
6	56	25	19	4	51	33	49	10	24	44	32
7	70	20	10	12	44	44	12	24	16	45	39
8	61	36	3	13	67	33	0	—	—	—	—
9	30	51	19	14	32	64	4	—	—	—	—
11	37	46	17	15	26	51	23	—	—	—	—
22	17	46	37	17	28	49	23	—	—	—	—
29	36	44	20	18	26	58	16	—	—	—	—
30	53	37	10	19	41	47	12	—	—	—	—
—	—	—	—	20	79	21	0	—	—	—	—
—	—	—	—	21	8	24	68	—	—	—	—
—	—	—	—	23	38	26	36	—	—	—	—
—	—	—	—	25	20	53	27	—	—	—	—
—	—	—	—	26	16	54	30	—	—	—	—
—	—	—	—	27	27	42	31	—	—	—	—
—	—	—	—	28	40	38	22	—	—	—	—
—	—	—	—	31	25	57	18	—	—	—	—
—	—	—	—	32	48	36	16	—	—	—	—
—	—	—	—	33	44	38	18	—	—	—	—
—	—	—	—	34	58	32	10	—	—	—	—
Medeltal Mittel	42	38	20 58	Medeltal Mittel	37	41	22 63	Medeltal Mittel	22	51	27 78

proveniens och extraktion, som ju i föreliggande fall oftast kommit till användning — säkerligen i utveckling stå långt tillbaka för tyska plantor av motsvarande ålder.

Ehuru jag är fullt medveten om, att dessa detaljerade jämförelser från kritisk synpunkt sakna berättigande och värde på grund av materialets alltigenom synnerligen heterogena natur, må dock ytterligare ett par dylika jämförande sammanställningar här göras, avseende att giva en antydan om, huru vissa faktorer synas påverkat rotdeformeringen. Granska vi planteringarne med 2-årigt plantmaterial och frånskilja n:o 4, 12, 14 och 17—20, vilka dels utgöras av kulturer på torvmark dels av sådana, om vilka man icke vet, huruvida plantorna blivit rotklippta eller icke, så återstå dock 13 fält, av vilka 9 (n:o 2, 13, 15, 21, 23, 31—34) planterats med icke rotklippta och 4 (n:o 25—28) planterats med rotklippta plantor. Förhållandet mellan de olika rottyperna är i medeltal 39:37:24 mot 26:47:27, d. v. s. starkt till förmån för de icke rotklippta plantorna.

Detta kan synas egendomligt och i strid med erfarenheterna från Tyskland, men beror säkerligen helt enkelt därpå, att de rotklippta 2-åringarna utgjorts av förhållandevis kraftigare utvecklade plantor samt att rotklippningen ingalunda utförts på det sätt, som enligt MÖLLER och VON GRÆVENITZ är det enda riktiga, nämligen som en avkortning av rotens grenar av 1:sta ordningen intill 1 cm:s längd, utan allenast varit en tvärklippning av det samlade, penselformigt nedhängande rotknippet. När detta så till på köpet i samtliga fall blivit hopklibbat genom doppning i jordvälling, vilket däremot endast varit fallet med 4 av de 9 planteringarna i förra gruppen, har resultatet blivit så, som ovan visats.

Att ett så löst substrat som torv är ägnat att i ringare grad än vanlig mineralisk jordmån hindra utvecklingen av rotsystemet hos spettplanterade plantor synes sannolikt av den extremt goda kondition, i vilken plantorna befinna sig å fält n:o 20, ävenså, om ock i ringare grad, å fält n:o 12 och 14, där åtminstone de starkare deformerade rötterna äro förhållandevis fåtaliga.

Till att i övrigt uppehålla oss vid verkan av olika detaljer i plantbehandling, planteringsmetod eller markbeskaffenhet inbjuder icke materialet. I detta sammanhang må emellertid omnämnas de erfarenheter om *olika spettmodellers värde*, som hitintills kunnat göras — väl icke å de gamla kulturfälten, men å försöksfält, anlagda av skogsförsöksanstaltens norrlandsavdelning. De rön, som vid ett par första revisioner gjorts å sistnämnda fält, avse dock icke *rotens* utveckling, vilken ännu ej blivit undersökt, utan endast plantans allmänna beskaffenhet, försåvitt denna framgår av de ovanjordiska delarna.

De försöksfält, på vilka jämförelser mellan verkan av olika spettmodeller lämpligen kunna göras, äro 5 stycken, n:o 372, 394, 417, 462 och 467. Försöksytorna n:o 417 och 467 äro planterade med gran, de övriga med tall. Markbeskaffenheten är i samtliga fall morän med podsolprofil och därovan ett tunnare eller mäktigare lager av skogstorv (förna och humus). På samtliga fält hava spettplanteringar utförts dels med användande av spett med konisk spets (Paulis modell) dels med sådana med grövre, mera cylindrisk spets (Lindbergs modell)[1]. Revisionsresultaten, uttryckta genom den procentuella fördelningen av goda, svaga och döda plantor, återfinnas i tabell IV.

Det visar sig, att den grövre, trubbiga spettmodellen såtillvida varit den bättre, att därmed utförda planteringar under de allra första åren, d. v. s. under den period då plantornas rotsystem utvecklar sig i och hämtar näring huvudsakligast från den i spetthålen anbragta fylljor-

[1] De båda spettyperna finnas återgivna i fig. 13 av LINDBERGS i litteraturförteckningen upptagna uppsats.

den, te sig något friskare än motsvarande planteringar, utförda med konisk, smalare spettmodell. Redan efter några få år, varunder f. ö. ofta en ganska stor procent plantor, som till en början synts svaga och tynande, repa sig och bliva fullt normala, tenderar emellertid denna skillnad, som icke alls behöver stå i något samband med rotsystemets gestaltning, att utplånas. I huru ringa grad slutsatser över rotsystemets beskaffenhet ännu vid en betydligt högre plantålder, än de nyss beskrivna försöksytorna innehava, kunna göras med ledning av plantornas ovanjordiska delar, inses bäst av efterföljande utredning.

Det återstår nämligen till sist att beröra *det samband, som funnits råda mellan rotdeformation och ovanjordiska delar hos de undersökta tallplantorna.* Kontentan av denna undersökning, försåvitt den kan anses uttryckt i medelsiffrorna för stamlängd, senaste årsskott och stamtjocklek hos plantor, svarande mot de trenne olika rottyperna a, b och c, återfinnes i själva verket redan i tabell II. För vinnande av bättre översiktlighet och samtidigt för att belysa, i vad mån kulturens *ålder* påverkar nyssnämnda samband, har emellertid tabell V upprättats. I denna har undersökningsmaterialet uppdelats i tre grupper, omfattande — med bortseende från alla andra indelningsgrunder — de plantor, vilka vid undersökningstillfället haft bakom sig respektive 8—9, 10—11 eller 12—15 vegetationsperioder. De tre grupperna representeras blott av respektive 9, 11 och 9 undersökta fält, enär fälten n:o 7, 8, 13, 16 och 20 uteslutits, då plantmaterialet från dessa varit i ett eller annat avseende bristfälligt för ifrågavarande jämförelse.

Redan en hastig blick på tabell V är tillräcklig att konstatera, att det egendomliga och överraskande förhållandet råder, att vid de plantåldrar, som undersökningsmaterialet omfattar, finnes den kraftigaste stamutvecklingen hos plantorna med de mest deformerade rötterna. Medelsiffrorna gestalta sig nämligen på följande sätt:

8—9-åriga plantor.	*Rottyp a.*	*Rottyp b.*	*Rottyp c.*
Stamlängd	27,6 cm	31,0 cm	37,3 cm
Stamtjocklek	7,7 mm	8,3 mm	10,7 mm
Sista årsskott	8,6 cm	8,5 cm	8,6 cm
10—11-åriga plantor			
Stamlängd	64,0 cm	67,8 cm	67,5 cm
Stamtjocklek	15,9 mm	16,7 mm	18,4 mm
Sista årsskott	12,3 cm	12,2 cm	13,5 cm
12—15-åriga plantor			
Stamlängd	85,8 cm	88,9 cm	91,5 cm
Stamtjocklek	21,9 mm	22,0 mm	24,5 mm
Sista årsskott	16,0 am	17,1 cm	16,3 cm

Det är icke allenast medelsiffrorna, utan också så gott som varje särskilt fält som i detta fall ger ett enstämmigt utslag. Man måste däri se uttryck för ett allmängiltigt förhållande, gående ut därpå, att rotdeformationen hos plantorna under ett yngre skede av deras liv faktiskt verkar därhän, att den genom assimilationen bildade näringen i större omfattning, än vad som är normalt, stannar kvar i de ovanjordiska delarna och hos dessa befordrar en förhållandevis snabbare tillväxt. Det vill synas, som om denna abnorma tillväxtfördelning mellan stamdel och rotdel kan fortgå ganska länge, innan de i längden väl oundvikliga skadliga verkningarna därav bli uppenbara. I själva verket vill det synas, som om just den ålder av omkring 15 år, vilken de allra äldsta av de undersökta plantorna uppnått, skulle bilda den ödesdigra vändpunkten. Den närmare granskningen av det 14—15-åriga plantmaterialet på fälten n:o 30, 31 och 32 gav stöd för detta antagande. Iakttagelser, som gjorts på de äldsta spettplanteringarna å Bispgårdens skolrevir, vilka författaren även haft tillfälle att besöka, bestyrka också, att nyssnämnda åldersgräns skulle vara den farliga,

Tab. IV. **Jämförelse mellan kulturens beskaffenhet å på olika sätt spettplanterade parceller å Skogsförsöksanstaltens provytor n:r 372, 394, 417, 462 och 467.**
Vergleich der Kulturen bei verschiedener Form des Stieleisens.

Försöksytornas Versuchsfeld		Kulturår Gepflanzt im Jahre	Plantmaterial Pflanzenmaterial[1]	Revisionsår Revidiert im Jahre	Cylindrisk spettmodell Stieleisen zylindrisch — Plantornas beskaffenhet Zustand der Pfl.			Konisk spettmodell Stieleisen kegelförmig — Plantornas beskaffenhet Zustand der Pfl.		
N:r Nr	Belägenhet Örtlichkeit				Goda Gut %	Svaga Schwach %	Döda Tot %	Goda Gut %	Svaga Schwach %	Döda Tot %
372	Kronop. Svartberget, Vindeln ...	1918	Tall $\frac{2}{0}$	1920	80,8	13,3	5,9	69,4	22,5	8,1
				1922	85,8	7,3	6,9	79,9	10,6	9,5
394	Kronop. Aborrträskliden, Lycksele	»	» »	1920	33,7	40,5	25,8	21,4	56,2	22,4
				1922	39,0	26,7	34,3	37,1	31,1	31,8
417	Kronop. Ansjö, Kälarne	»	Gran $\frac{3}{0}$	1920	74,0	22,5	3,5	67,8	30,8	1,4
				1921	88,4	8,1	3,5	87,0	11,5	1,5
				1923	88,0	6,5	5,5	84,6	11,1	4,3
462	Hemmanet Storånäs, Avafors.....	1919	Tall $\frac{2}{0}$	1920	24,9	61,6	13,5	20,4	61,9	17,7
				1923	64.7	21,8	13.5	62,5	19,8	17,7
467	Renbeteslandet Klumpvattnet, Frostviken	»	Gran $\frac{3}{0}$	1920	90,3	4,6	5,1	89,7	6,6	3,7
				1921	82.5	10,1	7,4	85,9	5,6	8,5
				1923	78.8	10,6	10,6	79.8	8,0	12,2

[1] Tall = Kiefer, Gran = Fichte.

Tab. V. Sambandet mellan rotbeskaffenhet och stamutveckling hos spettplanterade tallplantor i åldern 8—15 år.

Wurzel- und Stammentwicklung stieleisengepflanzter Jungkiefern im Alter von 8—15 Jahren.

Planteringsfältets n:r Nr des Versuchsfeldes	Normal rottyp, a Normaler Wurzeltyp, a			Svagare deformerad rottyp, b Schwächer deformierter Wurzeltyp, b			Starkare deformerad rottyp, c Stärker deformierter Wurzeltyp, c		
	Stammens / Der Stamm			Stammens / Der Stamm			Stammens / Der Stamm		
	medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschnittsdiameter a. d. Basis mm	Sista årsskottets längd Jüngster Trieb Länge cm	medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschnittsdiameter a. d. Basis mm	Sista årsskottets längd Jüngster Trieb Länge cm	medellängd Durchschnittslänge cm	medeltjocklek vid rothalsen Durchschnittsdiameter a. d. Basis mm	Sista årsskottets längd Jüngsten Trieb Länge cm
Plantålder (resp. antal vegetationsperioder) 8—9 år. — 8—9 Jahre alte Pfl.									
1	29,7	7,0	10,3	24,3	6,0	7,5	33,0	7,8	10,0
2	23,8	7,0	7,8	28,8	8,7	10,9	33,7	9,7	11,3
3	18,9	4,4	5,4	21,6	4,9	5,6	21,5	6,0	5,5
4	30,4	9,6	9,2	32,5	7,9	7,5	42,4	10,9	8,9
5	18,0	5,2	6,1	20,0	6,0	5,5	17,0	6,2	4,4
6	25,0	12,5	—	30,0	13,7	—	70,0	23,3	—
14	39,3	8,0	12,3	40,0	8,3	11,3	40,0	12,0	—
15	34,8	7,0	8,7	41,1	7,9	8,8	41,5	10,0	10,4
17	28,3	8,2	9,2	40,5	11,2	10,7	39,3	10,6	9,5
Medeltal Mittel	27,6	7,7	8,6	31,0	8,3	8,5	37,6	10,7	8,6
Plantålder (resp. antal vegetationsperioder) 10—11 år. — 10—11 Jahre alte Pfl.									
9	29,8	7,2	5,3	45,9	11,7	7,4	51,1	14,2	9,4
10	65,0	18,4	8,6	57,3	11,7	10,2	40,8	12,1	11,0
11	56,7	10,7	10,5	66,3	14,2	10,5	87,5	19,3	17,0
12	50,0	9,2	7,7	65,0	10,7	7,7	46,7	9,7	—
18	26,6	7,9	8,1	31,7	6,4	9,0	37,6	7,8	7,8
19	34,5	5,6	8,0	41,4	9,0	9,6	36,5	10,5	11,5
22	63,7	15,1	15,4	75,1	18,7	15,2	75,8	20,3	16,1
24	96,6	29,0	21,0	67,8	18,4	15,4	83,8	25,6	13,5
29	66,8	19,0	9,8	67,0	23,5	9,4	72,0	27,0	10,6
33	118,8	30,4	19,9	127,7	34,3	19,3	105,4	31,6	15,7
34	95,1	22,6	20,6	100,7	25,3	20,6	105,2	24,2	22,0
Medeltal Mittel	64,0	15,9	12,3	67,8	16,7	12,2	67,5	18,4	13,5
Plantålder (resp. antal vegetationsperioder) 12—15 år. — 12—15 Jahre alte Pfl.									
21	89,0	24,0	14,0	84,2	18,3	13,3	99,1	23,5	11,8
23	70,6	18,7	14,9	61,9	17,2	17,5	114,1	31,4	17,7
25	73,8	19,7	12,5	79,5	20,9	11,9	91,0	24,2	14,8
26	62,1	18,6	9,4	75,8	22,3	14,2	73,0	21,9	10,3
27	50,9	17,1	10,3	58,3	14,0	12,2	80,0	20,9	16,9
28	73,5	16,4	11,7	74,3	18,8	15,0	80,6	20,0	15,9
30	145,9	28,6	19,9	122,2	25,6	17,7	68,0	19,0	11,0
31	118,1	31,3	28,6	124,8	32,9	26,7	110,0	29,7	24,6
32	88,2	22,4	22,7	119,4	28,2	25,2	107,8	29,5	23,5
Medeltal Mittel	85,8	21,9	16,0	88,9	22,0	17,1	91,5	24,5	16,3

samt att träden ofta ända in i det sista visat en kraftig tillväxt. När ödestunden är inne, tycks i stället avdöendet ske mycket snabbt, det verkar då snarast såsom en följd av något tillfälligt, utifrån påkommet angrepp.

Att f. ö. vissa slag av dylika angrepp lättare bli ödesdigra för ungtallar med abnormt än med normalt rotsystem har nyligen visats av I. LIESE (12).

Man jämföre med här framställda rön den av MÖLLER konstaterade, förut omskrivna okänsligheten hos helt unga tallplantor för abnorma rotlägen. Även den av LINDBERG i hans förutnämnda uppsats omtalade — och helt säkert riktigt tolkade — ansvällningen av rothalsen hos spettplanterade plantor med deformerade rötter har i nyss meddelade tal över rothalsens relativa tjocklek fått rent siffermässiga uttryck.

För att kort söka sammanfatta de huvudsakliga resultaten av vår undersökning, kompletterad med vissa fullt bestyrkta erfarenheter från annat håll, så kunna de uttryckas sålunda.

Spettplantering, utförd på de sätt, som hos oss varit gängse samt på vår vanliga moränmark, giver hos en stor procent av tallplantorna upphov till onaturliga rotlägen, varav följer en deformation av rotsystemet hos de uppväxande ungträden. Rotdeformationen har visat sig vara allt vanligare och starkare, ju äldre plantmaterial som använts vid kulturen. Vid användning av 1-åriga plantor hava i genomsnitt $\frac{1}{2}$ till $\frac{2}{3}$ av plantorna fått missbildade rötter och omkr. $\frac{1}{5}$ så starkt missbildade, att de som följd därav till sist måste duka under; 2-årigt plantmaterial har givit kulturer, där omkr. $\frac{2}{3}$ av alla ungträden haft abnorma rötter och $\frac{1}{4}$ starkt abnorma; 3-årigt material slutligen har givit kultur, där motsvarande siffror uppgått till mer än $\frac{3}{4}$ och $\frac{1}{4}$.

Under ganska många år kunna även de starkare formerna av rotdeformation bestå utan att trädens ovanjordiska delar avtyna; tvärtom, dessa delar och särskilt stammens tjocklek ovan rothalsen tillväxa t. o. m. starkare än normalt ända till inemot en ålder av 15 år. Det kan vara värt att särskilt beakta detta förhållande, som ju i händelse av att t. ex. gallring vidtages i en ung spettkultur, kan föranleda till ett alldeles felaktigt och för kulturens fortbestånd ödesdigert urval av individer. Att emellertid förr eller senare åtminstone de starkare formerna

av rotdeformation dock orsaka att plantorna dö efter en i regel kort avtyningsperiod därom har en del av de äldsta nordsvenska spettplanteringarna hunnit giva ett sorgligt varsel, som likväl ännu icke är bestyrkt av *så* talrika och väl dokumenterade fakta, att denna senare fas av spettplanteringarnas öde kan sägas vara fullt klarlagd. En ny undersökning av samma planteringsfält eller en del av dem samt framför allt av skogsförsöksanstaltens egna spettplanteringar vid en något mera framskriden ålder bör lätt kunna komplettera vårt vetande på denna punkt.

Den fara, som visat sig medfölja äldre spettplanteringar, är icke uteslutande bunden vid denna kulturform, utan torde, om ock i ringare grad, åtfölja så gott som all barrotsplantering, sålunda också — och sannolikt i ej ringa mån — plantering i s. k. öppna gropar.

Bästa sättet att förebygga faran av rotdeformation torde otvivelaktigt snarare böra sökas i ett lämpligt val och en lämplig behandling av plantmaterialet än i valet av planteringsmetod i inskränkt bemärkelse. Under iakttagande härav bör även vår förut gängse spettplanteringsmetod, som ju erbjuder väsentlig ekonomisk fördel gent emot flertalet andra omständligare och dyrare metoder, fortfarande i enstaka fall kunna brukas.

De vägar, på vilka man av gammalt trott sig bäst trygga en plantering, d. v. s. val av äldre, helst omskolade plantor med rikt utvecklat rotsystem, eventuellt tvärklippning av detta samt dess neddoppning i jordvälling före utsättningen, ha visat sig felaktiga och ägnade att föra från i stället för till det önskade målet, vad rotsystemets naturliga gestaltning angår. För att få fram ett naturligt rotsystem efter spettplantering bör man använda plantmaterial, vars rotsystem kan anlägga sina sidogrenar *efter* utsättningen. Detta ernås antingen genom att använda helt unga plantor med i huvudsak oförgrenad rot eller genom att använda äldre plantor, vars rotsystem genom avkortning av *sidogrenarne* omedelbart före användningen fått samma form som de 1-åriga plantornas. Från snittytorna utväxa nya grenar, vilka komma att intaga riktiga lägen i marken. Förutsättningen för, att en så utförd plantering skall lyckas är emellertid, att den ej under första tiden kommer att lida av vattenbrist i marken, varför de stympade rötterna naturligtvis äro synnerligen känsliga.

Då spettplanteringen alltså, för att i allo bliva lyckad, förut-

sätter en besvärlig individuell behandling av varje planta och dessutom en nog så vansklig kurs mellan å ena sidan uttorkningens Schylla och å andra sidan rotdeformationens Charybdis, måste man medgiva, att frösådd är att föredraga framför barrotsplantering i alla de fall, där den förra har någon utsikt att lyckas.

Litteraturförteckning.

1. Burckhardt, H.: Forstliche Reisenotizen besonders über Kiefern- u. Erlencultur im Grossherzogthum Mecklenburg-Schwerin. Aus dem Walde, I. Heft 1865.
2. von Dücker: Ist die Pflanzung junger Kiefern mit entblösster Würzel eine empfehlenswerthe Kulturmethode? Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, Februar 1883, XV Jahrgang.
3. Bekuhrs: Zur Pflanzung mit Kiefern-Jährlingen. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, April 1883, XV Jahrgang.
4. von Bermuth: Ueber die Pflanzung von jüngen Kiefern mit entblösster Wurzel. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, April 1883, XV Jahrgang.
5. Müller: Zur Kiefern-Jährlings-Pflanzung. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, April 1883 XV Jahrgang.
6. Hollgren, A.: Om tallplanteringen. Jaktzoologiska och skogsvetenskapliga utflykter, 1891.
7. Möller, A.: Ueber den Wühlspaten und das Pflanzholz mit Wühlspitze. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 1900, 32. Jahrgang.
8. Spitzenberg, G. K.: Über Missgestaltungen des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. Deutsche Forstzeitung 1908, 23 Band. (Även utkommet separat.) Väsentliga delar redan framställda i samme författares »Betrachtungen über alte und neue Methoden der Kiefernkultur auf dem Gebiet des sandigen Flachlandes» och i hans »Kulturbriefe vom Jahre 1898».
9. Möller, A.: Ueber die Wurzelbildung der ein- und zweijährigen Kiefer im märkischen Sandboden. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen 1902 och 1903. 34. och 35. Jahrgang.
10. von Grævenitz: Ehrenrettung der zweijährigen verschulten Kiefer. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen 1920. 52. Jahrgang.
11. Lindberg, Ferd.: Sådd eller plantering. Om faran för rotdeformering vid omskolning och barrotsplantering, särskilt spettplantering, av barrträdsplantor. Skogen 1920, häfte 4.
12. Liese, I.: Zur diesjährigen Kiefernschütte. Mitteilung des Botan. Institutes der Forstl. Hochschule Eberswalde. Zeitchrift f. Forst- u. Jagdwesen 1923. 55. Jahrgang.

RESÜMEE.

Über Missbildung des Wurzelsystems der Kiefer bei Stieleisenpflanzung.

Wie in Deutschland, besonders auf den mageren Heiden der nördlichen Teile dieses Landes, während einer gewissen früheren Periode billige Pflanzungsmethoden zur Anwendung kamen, um Kiefernwälder aufzuziehen, so hat man in vielen Fällen auch in Schweden das Pflanzen dem Säen vorgezogen. Eine Methode, der man wegen ihrer geringen Kosten und relativ grossen Anwendbarkeit auf den harten, oft sehr steinigen schwedischen Moränenböden, den Vorzug gab, war die Pflanzung mittels Stieleisens. Die Pflanzungsweise mittels Stieleisens, die in Schweden fast ausschliesslich zur Anwendung kam und deshalb im folgenden gemeint ist, wenn nicht andere Angaben besonders gemacht sind, geht so vor sich, dass etwa 2 dm tiefe Löcher in den ungelockerten Boden mit einem Stieleisen gestossen werden, dessen unterer Teil kegelförmig oder hinter der Spitze mehr zylindrisch ist. Die Pflanzen werden entweder mitten oder etwas seitlich in diese Löcher eingesetzt, während man über die herabhängenden Wurzeln Füllerde schüttet und diese dann mit einem dünnen, stumpfen Holzstäbchen zusammenpackt.

Vor ähnlichen Formen von Nacktwurzelpflanzung, besonders mit dem Wartenbergschen Stieleisen ausgeführt, wurde bekanntlich in Deutschland schon vor etwa 40 Jahren seitens v. Dückers energisch gewarnt, und nach ihm hat Spitzenberg weiterhin die Gefahren abnormer Wurzellagen, wenigstens was die Kiefer angeht, nachgewiesen, die solche Methoden mit sich bringen.

Nachdem in Schweden auch Lindberg gefunden hatte, dass die jungen Bäume in einem Teil der älteren schwedischen Stieleisenpflanzungen im Begriff waren abzusterben, und er gleichzeitig das Vorhandensein derselben Wurzelmissbildungen feststellen konnte, wie sie in Deutschland in ähnlichen Fällen beobachtet worden waren, schien eine mehr umfassende Untersuchung ratsam, um klarzulegen, inwieweit den in unserem Land früher ausgeführten Stieleisenpflanzungen allgemein dasselbe Schicksal drohte, und ob vielleicht die hier angewandte Methode der Stieleisenpflanzung ganz aufgegeben werden sollte. Im Jahre 1918 wurde in der Versammlung der schwedischen forstlichen Versuchsanstalt ein Beschluss in dieser Richtung gefasst, und die Untersuchung dem Verfasser aufgetragen.

Nachdem ein Fragebogen an eine grosse Anzahl Forstverwaltungen, sowohl staatliche als private, versandt worden war, um einen Überblick über das vorhandene Untersuchungsmaterial zu erhalten, wurden 34 verschiedene Anpflanzungen zu eingehenderer Untersuchung an Ort und Stelle ausgewählt. Eine ausführlichere Beschreibung dieser Pflanzungen ist in Tabelle I zu finden. Dort sind angegeben: die Lage der Pflanzung, die Bodenbeschaffenheit, Jahr der Kultur und benützter Verband, weiter die Beschaffenheit der Pflanzen in bezug auf Alter, Umpflanzung, Beschneidung der

Wurzel u. s. w. und endlich die Art des verwendeten Stieleisens samt weiteren Einzelheiten, soweit diese Verhältnisse nachträglich ermittelt werden konnten.

Zur Untersuchung an Ort und Stelle wurde auf jeder Fläche eine Anzahl junger Bäume ausgewählt, von denen mit Sicherheit angenommen werden konnte, dass sie von der ursprünglichen Kultur herrührten, d. h. nicht selbstgesät waren, und die sowohl die bessern als die schlechteren Individuen der Anpflanzung vorstellten. An jedem ausgewählten Baum wurde teils die gesamte Stammlänge, teils der Durchmesser des Stammes direkt über der Basis der Wurzel und teils die Länge des letzten Jahrestriebes gemessen; über diese drei Masse wurde ein Protokoll aufgenommen unter einer für jeden Baum besonderen Nummer. Darauf wurde der Baum mit der Wurzel ausgegraben, ein Schnitt mit dem Messer oder der Säge durch die Basis des Stammes geführt und die Schnittfläche der Wurzel mit der dem Protokoll entsprechenden Nummer versehen. Die abgeschnittenen Wurzeln wurden zur weiteren Untersuchung und Klassifizierung in die forstliche Versuchsanstalt mitgenommen.

Insgesamt wurden auf allen 34 Pflanzungen 1,245 Bäume auf diese Weise untersucht, d. h. im Durchschnitt 37 Individuen an jedem Platz.

Die abgeschnittenen Wurzeln wurden in 3 verschiedene Gruppen eingeteilt, als Typus a, b und c bezeichnet und auf folgende Weise charakterisiert:

Typus a, normales Wurzelsystem: die Seitenwurzeln erster Ordnung liegen in verschiedenen Ebenen in einem einigermassen normalen Winkel von der Hauptwurzel ausgehend. Von Krümmungen und Missbildungen sind nur solche vorhanden, die so erklärt werden können, dass eine von Anfang an normal gewachsene Wurzel auf ein Hindernis in Form von Steinen oder Blöcken im Boden gestossen ist. *Typus b*, ein schwächer deformiertes Wurzelsystem: die Seitenwurzeln erster Ordnung in einer Ebene zwangsorientiert, ihr oberer Teil oft mehr oder weniger nach unten gerichtet, aneinander und an die Hauptwurzel gedrückt. Oft stärkere S-förmige Krümmungen der Hauptwurzel oder derjenigen Seitenwurzel, die eine verkümmerte Hauptwurzel ersetzt, welche Krümmungen den Eindruck machen, als ob sie schon bei der Anpflanzung zustande gekommen wären. Die Wurzeln vom Typus b sind deutlich infolge der Anpflanzungsweise deformiert; doch ist die Deformierung nicht so stark, dass sie notwendig ein Hindernis für das Weiterleben des Baumes oder auch nur für seinen normalen Zuwachs bedeutet. *Typus c*, stark deformiertes Wurzelsystem: die Hauptwurzel und die Seitenwurzeln erster Ordnung zeigen weitgehende Missbildungen, umschlingen einander, bilden förmliche Ösen u. s. w. Die Deformierung ist hier derart, dass man es für ausgeschlossen halten muss, dass bei fortgesetzter Entwicklung und Dickenzuwachs der Wurzel die Leitungsbahnen in den ältesten, zentralen Teilen auf die Dauer normal fungieren können. Mit einem Wurzelsystem vom Typus c scheint das Individuum einem frühzeitigen Tode verfallen, oder wenigstens bleibt beim Weiterleben der Zuwachs abnorm herabgesetzt. Bäume mit einem Wurzelsystem vom Typus c wie auch b müssen weniger sturmfest sein als normale.

Tabelle II zeigt, teils wie sich die Wurzeln der untersuchten Kiefern prozentuell auf die Wurzeltypen a, b und c verteilen, teils welche Mittelwerte der Stammlänge und Stammdicke und der Länge des letzten Jahrestriebes den genannten Wurzeltypen entsprechen.

Auch Tabelle III zeigt die Verteilung des Wurzelsystemes auf die Typen

a, b und c; gleichzeitig ist in dieser Tabelle das Material auf drei Gruppen verteilt, je nachdem 1-, 2- oder 3-jähriges Pflanzenmaterial beim Anlegen der Kulturen verwendet worden war.

Es ergibt sich, dass das Verhältnis zwischen a, b und c, wenn das gesamte Material, d. h. alle 34 Versuchsfelder, mitgenommen werden, 38, 40 und 22 Prozent ist. Die entsprechenden Mittelwerte sind (nach Abzug einiger Versuchsfelder, die aus dem einen oder anderen Grund nicht vergleichbar sind):

wenn das verwendete Pflanzenmaterial 1-jährig war: 42 : 38 : 20,
» » » » 2- » » 35 : 40 : 25,
und » » » » 3- » » 22 : 51 : 27,

d. h. die schädlichen Wirkungen der Stieleisenpflanzung treten im grossen und ganzen um so deutlicher hervor, je weiter entwickelt das Wurzelsystem der verwendeten Pflanzen war.

Eine Detailuntersuchung des Materiales, dessen heterogene Natur kaum eingehendere Vergleiche zulässt, deutet darauf hin, dass ein so loses Substrat wie z. B. Torf (Versuchsfeld Nr. 12, 14 und 20) weniger als der gewöhnliche Moränenkies die normale Wurzelentwicklung hemmt.

Im Zusammenhang mit der Besprechung der Faktoren, welche die Wurzeldeformation beeinflussen, werden auch die Resultate einiger vergleichender Anpflanzungen berührt, die vor kurzem von der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens selbst unter zweier verschiedener Stieleisentypen ausgeführt worden sind: der eine mit schmalerer, kegelförmiger Spitze, der andere mit zylindrischer und zudem gröberer. Die Resultate, die bis auf weiteres nur die Beschaffenheit der oberirdischen Teile der Pflanzen betreffen und nicht deren Wurzelsystem, das noch nicht untersucht worden ist, sind in Tabelle IV wiedergegeben. Es geht daraus hervor, dass das gröbere, stumpfe Stieleisenmodell insoweit das bessere war, als damit ausgeführte Anpflanzungen während der ersten Jahre, d. h. solange das Wurzelsystem sich in der Füllerde der Stieleisenlöcher entwickelt und hauptsächlich daraus seine Nahrung zieht, etwas gesunder aussehen als die entsprechenden mit dem kegelförmigen Stieleisen ausgeführten. Bereits nach einigen wenigen Jahren wird jedoch dieser Unterschied, der nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Wurzelgestaltung zu stehen braucht, unmerklich.

Was schliesslich den Zusammenhang, zwischen Wurzeldeformation und Beschaffenheit der oberirdischen Teile auf den vorhin behandelten 34 Versuchsfeldern betrifft, so geht er am anschaulichsten aus Tabelle V hervor. In dieser Tabelle ist das Material auf drei Gruppen verteilt je nach dem Alter der Bäume zur Zeit der Untersuchung, resp. 8—9, 10—11 und 12—15 Jahre.

Es zeigt sich das eigentümliche und überraschende Resultat, dass bei den Pflanzen mit den am meisten deformierten Wurzeln der Stamm am besten entwickelt ist. Nicht nur die Mittelwerte, die ausser in der Tabelle selbst auch auf Seite 294 [34] der Arbeit zu finden sind, sondern fast jedes einzelne Feld gibt in diesem Fall einen übereinstimmenden Ausschlag. Man muss also darin den Ausdruck für ein allgemein gültiges Verhältnis sehen: die Wurzeldeformation wirkt faktisch während der ersten Lebensjahre der Pflanzen so, dass die durch die Assimilation gebildeten Nährstoffe in grösserer Ausdehnung als in normalen Fällen in den überirdischen Teilen zurückbleiben und dort einen verhältnismässig rascheren Zuwachs bewirken. Besonders

auffallend ist die Durchmesserzunahme in den niederen Teilen des Stammes. Diese abnorme Zuwachsverteilung zwischen Stammteil und Wurzel kann offenbar ziemlich lange fortgehen, bevor die schliesslich unausbleiblichen schädlichen Wirkungen sichtbar werden. Es scheint jedoch, dass gerade das Alter von etwa 15 Jahren, das die ältesten der untersuchten jungen Kiefern erreicht hatten, den verhängnisvollen Wendepunkt darstellt. Ist dieser Zeitpunkt einmal erreicht, so scheint das Absterben in der Regel rasch einzutreten.

Wie früher gewisse deutsche Forstleute (SPITZENBERG u. a.) kommt auch der Verfasser zu dem Endresultat, dass Pflanzung mit dem Stieleisen — auch das in Schweden zur Anwendung gekommene Verfahren — allzu grosse Gefahren für das künftige Gedeihen der Kulturen mit sich bringt. Da die starke Beschneidung der Seitenwurzeln, die für die normale Entwicklung der Wurzel erforderlich ist, zeitraubend und kostspielig ist und die Gefahr des Austrocknens gleich nach dem Anpflanzen erhöht, ist die Saat der Nacktwurzelpflanzung in allen Fällen vorzuziehen, wo die erstere Aussicht hat zu gelingen.

GUNNAR SCHOTTE

TALLFRÖETS PROVENIENS. – NORRLANDS VIKTIGASTE SKOGSODLINGSFRÅGA.

NÅGRA NORRLÄNDSKA SKOGSFÖRYNGRINGSPROBLEM. I.

FÖRORD.

Under de hittills gångna 20 åren av Statens Skogsförsöksanstalts verksamhet har skogsavdelningens arbeten i huvudsak varit inriktade på undersökningar rörande skogsbeståndens behandling och vård samt sammanställningar över deras produktion under olika förhållanden i skilda delar av landet. Från dessa undersökningar kunna bestämda resultat först erhållas, sedan försöken fortgått en längre följd av år.

Härjämte har avdelningen förutom en del smärre undersökningar ägnat en viss uppmärksamhet åt frågan om naturlig föryngring. Även här gäller det som regel, att påtagliga resultat erhållas först efter ganska lång tid, efter ett eller annat decennium, och särskilt gäller detta för de norrländska skogarna.

Något fortare kunna däremot resultaten skönjas av rena skogsodlingsförsök, men även här måste en tid förflyta, innan resultaten av de utförda kulturerna kunna rätt bedömas. Då nu emellertid skogsavdelningens omfattande skogsodlingsförsök i Norrland med tallfrö från olika trakter av landet varit med om upp till 13—14 vegetationsperioder, kunna någorlunda definitiva resultat påvisas. Den nu föreliggande avhandlingen kommer därför att behandla denna undersökning.

Till alla dem, som på ett eller annat sätt varit författaren behjälplig vid dessa undersökningar, främst flera tjänstemän vid skogsförsöksanstalten, vidare en stor del av skogsstatens personal vid anskaffandet av kott m. m., frambär författaren härmed ett varmt tack.

I förkortad form ha här berörda undersökningar offentliggjorts i föredrag vid Svenska Skogsvårdsföreningens årsmöte den 16 mars 1923, varjämte en del av resultaten utställts vid Jubileumsutställningen i Göteborg och publicerats i skogsutställningens specialkatalog. Övriga vid ovannämnda möte berörda undersökningar om norrländska skogsföryngringsproblem komma inom kort att behandlas i tvenne andra uppsatser.

Statens Skogsförsöksanstalt i maj 1923.

INNEHÅLL.

Kort historik ..... 307 [3]
Frö- och plantmaterial ..... 308 [4]
Detaljbeskrivningar över insamlingsplatserna för kott ..... 309 [5]
Försöksytornas anläggande ..... 314 [10]

Planteringsytor:

Försöksytan 172 i Gästrikland, zon IV ..... 318 [14]
» 173 » norra Dalarna, » I—II) ..... 322 [18]
174 » » » » I ..... 325 [21]
» 175 » » » » I ..... 328 [24]
» 176 » ö. Jämtland, » III ..... 330 [26]
» 177 » » » » III ..... 338 [34]
» 178 » » » II ..... 342 [38]
» 179 » » » II ..... 347 [43]
» 180 » » » I ..... 350 [46]
» 181 » Västerbotten, » II ..... 352 [48]
182 » Lappland, » II ..... 358 [54]
232 » Norrbotten, » III ..... 361 [57]
» 221 » Lappland » I ..... 365 [61]
» 183 » » » I ..... 372 [68]

Såddytor:

Försöksytan 217 » ö. Jämtland, » III ..... 373 [69]
» 218 » » » » III ..... 375 [71]
» 220 » Lappland, » I ..... 378 [74]
» 219 » » » I ..... 379 [75]

Diskussion över resultaten ..... 380 [76]
Sammanfattning ..... 391 [87]
Anförd litteratur ..... 396 [92]
Résumé ..... 397 [93]

KORT HISTORIK.

Omkring sekelskiftet började intresset för skogsodling visa sig flerstädes i Norrland, här och var även i övre Norrland. Enligt WIBECK (II s. 411*) utfördes exempelvis omkring ar 1900 skogsodlingar på allraminst 140 platser i Norr- och Västerbotten.

Emellertid blevo resultaten av dessa ansträngningar mycket nedslående — av flertalet äldre skogssådder finner man nu knappast något spår. I många sådder kommo visserligen plantorna upp samt växte någorlunda några år, men sedan ströko de med av frost eller svampangrepp (snöskytte). Orsaken härtill måste tillskrivas fröets beskaffenhet. Upp till Norrland hade kommit tyskt eller sydsvenskt tallfrö, och med nuvarande erfarenhet om proveniensens betydelse kunde man knappast vänta något gynnsamt resultat.

I vissa fall hade dock vid skogsodlingarna, efter vad man trodde, »bevisligen» använts mellansvenskt frö (från Bergslagen eller södra Norrland), men sådderna gingo ändå ut. Genom dylika erfarenheter blevo skogsmännen i Norrland betänksamma, och en avog stämning mot skogsodling uppstod helt naturligt ganska snart. Talet om, att det ej går att skogsodla i Norrland, blev en tid rätt så allmänt.

Tanken på att med allvar skaffa frö från Norrland trodde man för övrigt knappast vara utförbar. Det ansågs dels för dyrbart och dels hade man fått den uppfattningen, att tallen så sällan satte duglig kott i Norrland. Norrländska skogsförfattare och våra handböcker uppgåvo i allmänhet tiden mellan fröår i Norrland till 10—15 år. TH. HERMELIN (I), T. GRENANDER (I), HOLMERZ och ÖRTENBLAD (I) och ÖRTENBLAD (I). De ofta uteblivna självsådderna kanske även suggererade skogsmännen till den tanken, att fröår måste vara sällsynta.

Övertygad om att skogsodlingsfrågan emellertid alltmera måste pressas fram i Norrland, då många av de äldre skogarna endast kunna avverkas genom trakthyggesbruk, upptog förf. år 1909 den norrländska skogsfröfrågan på skogsavdelningens program. Utgående ifrån att det viktigaste var till en början att anskaffa för orten lämpligt frö, framhöll jag (SCHOTTE I), att problemet kunde angripas från tvenne sidor. Antingen borde försök göras att i orten öka fröproduktionen, eller också borde göras försök med förflyttning av frö från sydligare trakter, varest enligt dåtida erfarenhet fröproduktionen vore mera rik.

Beträffande det förra alternativet hade den naturvetenskapliga (botaniska) avdelningen redan påbörjat en del studier genom uppsökande av

särskilt rikt kottbärande individ. Samtidigt med att dessa studier fortsattes, föreslogs ett samarbete mellan botaniska avdelningen och skogsavdelningen för utläggande i gynnsamma lägen av försöksytor, där man sökte genom starka gallringar och i framtiden eventuellt även genom andra åtgärder såsom gödsling m. m. egga fröproduktionen.

Denna del av fröproblemet har sedermera ej fullföljts. De i Norrland rika fröåren 1912—1915 samt 1919 ha visat, att åtminstone i Norrlands kustland *kan* produceras riklig och god tallkott, varför direkta åtgärder för kottproduktionens ökning ej ansetts tillhöra de aktuellaste problemen. Å de nyinrättade försöksparkerna, där dylika undersökningar och studier kunna utföras i samband med andra skogsvårdsåtgärder och således utan särskilt stor kostnad och tidsutdräkt, torde emellertid denna del av frågan kunna i någon mån tagas upp.

Undersökningar rörande det andra alternativet eller förflyttningsförsök med frö från rika fröproduktionstrakter till orter med svagare kottproduktion igångsattes emellertid omedelbart år 1909. Det gällde då först att från vissa goda bestånd i olika delar av landet insamla kott. Då moderträden en tid ansågos böra bibehållas å rot för beskrivning samt eventuellt för kommande ärftlighetsstudier, blev det nödvändigt, att kotten plockades å stående träd. Med skogsförsöksanstaltens ringa expensmedel var det emellertid omöjligt att få detta ganska dyrbara arbete utfört, varföre skogsförsöksanstalten hos K. Domänstyrelsen anhöll om understöd. Sådant lämnades också beredvilligt, i det att styrelsen bekostade kottplockningen och sedermera även en del av planterings- och hägnadskostnaderna kring de blivande skogsodlingsfälten.

FRÖ- OCH PLANTMATERIAL.

Under vintern och förvåren 1909 insamlades sålunda kottpartier om 2—3 hl från skilda ställen. Vid valet av insamlingsplatser togs hänsyn till juli-isotermernas förlopp inom landet, enär dessa ansågos kunna hava en viss betydelse för tallformernas fördelning och härdighet. — Tallkotten plockades från så vitt möjligt likformiga bestånd, i allmänhet i åldern 50—100 år och — som nämnts — från rotstående träd. Där så kunde ske, insamlades kott från skogsavdelningens försöksytor. I övrigt valdes bestånd, som skulle komma att kvarstå länge — å kronoparkerna utmärktes moderträden med vita ringar.

Från statsskogarna begärdes kott från Torneå revir, kustlandet; Jörns revir, nära kusten; Pite revir, krpk. Fageiheden; Hällnäs skolrevir, krpk. Skatan; Bispgårdens skolrevir; Medelpads revir, Haverö eckl. bost. (försöksytan 6); Västra Hälsinglands revir, Hamra krpk; Öster-

dalarnas revir, krpk. Vikarbyn; Bjurfors skolrevir, kronoparken söder om Fröbenbenning; Karlsby revir å Karlsby krpk.; Tivedens revir, Skagersholms kronopark; Kinne revir, krpk. V. Kinneskogen (försöksytan 105); Eksjö revir, Holavedens häradsallm., Eksjö revir, Hässleby krpk. (försöksytan 67); Kosta revir, Kosta krpk.; Värends revir, Vitthults krpk. (försöksytan 80) samt Västbo revir, kyrkoherdebostället Bottnaryd. Dessutom begärdes kott hos några enskilda skogsförvaltningar, nämligen från Kopparberg och Hofors skogar (skogschefen ERNST ANDERSSON); Voxna bruk (skogsförvaltaren A. WIDEGREN); Jönåkers häradsallmänning (skogsförvaltaren HELGE BERGMARK) samt från Åtvidaberg (skogsförvaltaren G. BERG).

För kottinsamlingen utfärdades följande instruktion:

P. M. vid insamling av tallkott under mars månad 1909 för Statens Skogsförsöksanstalts räkning.

Kotten insamlas från stående träd i likformiga bestånd i åldern 50—100 år.

Trakten för kottplockningen bör, därest den ej utgöres av försöksanstaltens provytor, väljas med hänsyn till att beståndet kan beräknas få kvarstå orört en längre tid.

De träd, varifrån kotten insamlas, böra noga utmärkas antingen genom målade streck kring stammen eller ock genom pålar i marken kring det område, varifrån kotten plockats.

För kottens nedtagande från träden kan lämpligen användas den Mårtensonska kottkammen, varav 2 ex. inom kort komma att översändas från skogsförsöksanstalten.

Kottkvantiteten bör vara 2—3 hektoliter.

Kotten förvaras å lämpligt ställe utan att bliva utsatt för fuktighet eller starkare värme, till dess från försöksanstalten erhålles närmare uppgift om, vart den skall sändas.

Senast före 1 april bör direkt till Skogsförsöksanstalten lämnas dels uppgift på den insamlade kottkvantiteten, dels noggrann beskrivning på läget av kottplockningsplatsen (eventuellt medelst kartskiss).

Det insamlades inalles tallkott från 24 platser, spridda över landet såsom närmare framgår av kartan (fig. 1) samt av efterföljande sammandrag (tabell I).

Detaljbeskrivningar över insamlingsplatserna för kott. (Numren hänvisa till tabell I samt till motsvarande siffror å kartan å fig. 1).

I. *Småland.* Kosta kronopark, i nuvarande Kosta revir. Zon IV å fig. 2. Kotten om tillsammans 2 hl insamlad från 6 olika platser, nämligen 2 å södra och 4 å norra bevakningstrakten. 70 l från bl. III, sk. III avd. 12; 30 l från bl. III, sk. III avd. 44; 30 l från bl. VIII, sk. III avd.

5; 26 l från bl. VIII, sk. III avd. 4; 17 l från bl. VIII, sk. III avd. 17 samt 27 l från bl. VIII, sk. III avd. 27. Moderträdens ålder omkring 70 år i alla bestånden utom i ett, där den var 120 år.

Av de två kottplockningsplatserna å södra bevakningstrakten ligger det ena 100 m väster om Grönåsen intill kronojägareboställets inägor och omfattar 0,16 hektar. Beståndet (ren tallmo) hade en ålder av 65—70 år och var 16 m högt. Det andra består av en utav kärr omgiven skogsholme om 0,25 hektar, belägen cirka 250 m nordost om kronojägarebostället Grönåsen. Skogen bestod av gles mossrik tallskog i åldern 70—80 år med underväxt av gran och var 16—18 m hög. — Å norra bevakningstrakten (Visjöns bev.-tr.) samlades kotten från följande platser: 1) Från en mindre cirka 0,8 hektar stor skogsudde invid vägskälet mellan landsvägen Kosta—Lenhovda och vägen Kosta—Johanstorp. Beståndet bestod av 70-årig, tämligen gles tall, 16—17 m hög av något tuvig mossrik typ. 2) Ett bestånd cirka 200 m nordost om det förra utmed vägen Kosta—Lenhovda. Beståndet bestod av 70-årig tall å gammal rågsvedja, cirka 18—20 m hög och var något glest. Skogstyp, mossrik tallskog. 3) Å hygge efter 120-årig tallskog. Fröträden voro cirka 20 m höga. Skogstyp, mossrik tallskog. 4) 60—70 årig ren tallskog å gammalt brandfält utmed vägen Kosta—Johanstorp. Träden voro 15—16 m höga och beståndet omgives av väg samt mossar. Skogstyp, mossrik tallskog.

II. *Småland.* Vitthults kronopark, Värends revir. Zon IV å fig. 2. Kotten insamlad från försöksytan 80 och de kring denna yta liggande bestånden 18, 19, 23 och 24 inom bl. V, skifte V å skogsindelningskartan. Bestånden bestå här av mossrika barrblandskogar av bonitet III el. växtlighet 0,8 (Maass) i nära 90-års åldern De hade en medelhöjd av omkring 20 m.

III. *Småland.* Remma mil. bost. i Västbo revir. Zon IV. Kotten insamlad å det strax utanför Lunnarsbo kronopark belägna Remma mil. bost. från 4 platser i trenne bestånd (avd. I: 37 samt II: 5 och 9 å indelningskartan i åldern 50—70 år.

IV. *Småland.* Bottnaryds kyrkoherdeboställe, Västbo revir. Zon IV. Tillgången på kott var ytterst ringa i slutna bestånd, varföre kottkvantiteten (2 hl) måst insamlas i flera olika bestånd i deras södra och västra ytterkanter mot inägor och vägar. Insamlingen skedde sålunda inom avd. II: 4; III: 2, 3; IV: 1, 2; VI: 8; VII: 3; X: 4, 8, 16; XI: 5; XII: 4 och XIII: 6. Insamlingen verkställd första dagarna av mars.

V. *Småland.* Hässleby krpk. Eksjö revir. Zon IV. Avsikten var att kotten skulle insamlas från försöksytan 67, men då därifrån endast kunde erhållas 20 liter kott, måste insamlingen ske litet varstädes i bestånden. som ligga 3—500 m öster och norr om kronojägarbostället Svansbo, Kott erhölls i allmänhet endast från kantträden. Träden voro cirka 70 år gamla och hade en höjd av omkring 20 m.

VI. *Småland.* Ö. Holavedens häradsallmänning i Eksjö revir. Zon IV. Det hade föreslagits att kotten skulle insamlas på försöksytan 135, men den ringa kottmängd, som funnits å ytan (III. åldersklass) hade förstörts av ekorrarna. Kotten insamlades därför istället här och var å allmänningen.

VII. *Östergötland.* Baroniet Adelswärd. Zon V. Kotten insamlades från

3:ne 60—80 åriga bestånd, ett nordväst om södra Båtvik (17,23 m högt, slutenhet 0,9, virkesmassa 270 kbm), ett väster om Fäntorps skogvaktareboställe i Oxhagen (22 m högt, slutenhet 0,8, virkesmassa 270 kbm) samt ett söder om skogvaktarebostället Frönhögs gruva (20—22 m högt, slutenhet 0,9, virkesmassa 240 kbm).

VIII. *Södermanland.* Jönåkers häradsallmänning, Björkviks socken. **Zon IV.** Kotten dels insamlad från ett 60—70-årigt tallbestånd, mossrik typ, strax norr om Skarpsuddens skogvaktareboställe, dels från en fröträdsställning inom block IV (skifte XII).

IX. *Västergötland.* Kronoparken V. Kinneskogen, Kinne revir. **Zon IV.** Kotten insamlad å stående träd i II och III skiftena de sista dagarna av mars. Den togs huvudsakligen från träd invid en lucka intill en kraftledning samt vid luckor å bergknallar i bestånden öster om försöksytan 105. Skogen 40—45 år gammal 15—17 m hög, uppkommen genom sådd å gamla trakthyggen. Grensättning och växt för trakten normala, således ej tysk tall. Skogstyp, mossrik-örtrik barrblandskog.

X. *Västergötland.* Kronoparken Skagersholm, Tivedens revir. **Zon IV.** Kottarna plockade från fällda fröträd å ett större hygge, vid utglesning av befintliga fröträd.

XI. *Östergötland.* Karlsby kronopark, Karlsby revir. **Zon IV.** Kottarna insamlade från tvenne bestånd, det ena omedelbart norr om Karlsby gård, det andra sydost om den s. k. Dalsjön. Trädens ålder cirka 90 år.

XII. *Södermanland.* Ö. Rekarne häradsallmänning, nära Skogshalls skogsskola. **Zon IV.** Endast 30 liter kunde insamlas från stående träd och övriga 180 liter togos å 5 fällda träd i åldern 60—100 år.

XIII. *Västmanland.* Bjurfors kronopark, Bjurfors skolrevir. **Zon III.** Kottarna insamlade från vackert tallbestånd av cirka 100-åriga överståndare omedelbart söder om inägorna till Fröbenbenning.

XIV. *Dalarna.* Fagerbergs kronopark i Öster-Dalarnes revir. **Zon III—IV.** Kotten insamlad å kronoparkens 3:dje skifte (vid Tammeråsen) på två platser norr och nordost om Svartmo.

XV. *Gästrikland.* Hillevik, Kopparberg och Hofors Sågverks Aktiebolags skogsförvaltning. **Zon IV.** Kotten är insamlad från ett 80—90-årigt bestånd strax öster om S. Ösesjön å Hilleviks utmarker. Beståndet var 17 m högt och innehöll omkr. 190 kbm per hektar.

XVI. *Dalarna.* Linghed, Kopparberg och Hofors Sågverks Aktiebolags skogsförvaltning. **Zon IV.** Kotten insamlad i Svärdsjö socken cirka 2 km norr om Lingheds station i ett bestånd på vardera sidan av järnvägen. Trädens ålder 40—60 år, slutenhet 0,3—0,4 m, trädens höjd 13—14 m.

XVII. *Hälsingland.* Voxna Bruks skogsförvaltning. **Zon II – III.** Kotten insamlad från 80-åriga tallbestånd strax norr om Voxna station vid Born invid och på försöksytorna 58 I—II.

XVIII. *Medelpad.* Å Haverö kyrkoherdeboställes skog. **Zon II.** Kotten samlad i tallbestånden kring försöksytorna 6: I—II strax norr om Sottorpet och ned mot Kyrksjön. Den yngre tallskogen här 70 år, men kott samlad även från en del äldre överståndare.

XIX. *Jämtland.* Från Aktiebolaget Skönviks mark i Fors socken. **Zon III.** Kotten nedrakad från tallarna på en liten s. k. nip-kulle, fritt belägen mellan omgivande åkerfält å en ås söder och öster om vägen från

gästgivaregården i Fors till Annedal. Tallbeståndet, cirka 50 år gammalt, är blott några få ar stort och ligger under marina gränsen. Trädens höjd var omkr. 16 m. Beståndet ligger särdeles fritt och soligt och har uppgivits i allmänhet sätta riklig kott.

XX. *Västerbotten.* Kronoparken Skatan i Hällnäs skolrevir. **Zon II.** Kotten nedrakad från enstaka tallar, som stå å ett tämligen vidsträckt område öster om Gladaberg—Hällnäs-vägen, cirka 400 m från vägen och omkring 2 $^1/_2$ km från skogsskolan. De träd, varifrån kott tagits, äro försedda med ett kors, påritat med märkjärn vid brösthöjd eller högre upp. Tallarna voro 130—140 år gamla och cirka 19 m höga. Skogstypen tallhed med övergång här och var till mossrik tallskog.

XXI. *Norrbotten.* Piteå revir å Fagerhedens kronopark. **Zon III.** Av kottkvantiteten hade 2,13 hl insamlats i närheten av Fagerheden, därav 1,30 hl å träden vid gårdarna, samt 0,83 hl i Rokliden.

XXII. *Övre Dalarna.* Hamra kronopark i västra Hälsinglands revir. **Zon II.** Öster om Fågelsjö by mellan Fågelsjön och Myrsjön å ett kronojägarebostället i Fågelsjö förut tillhörigt skogsskifte, som tillagts Hamra kronopark.

Norrbotten. Kronoparken Degerforsheden i Byske socken. **Zon II.** Från ett 5—10 hektar stort bestånd, beläget på ömse sidor om byvägen Hällbomark—Gaxmark, c:a 1 $^1/_2$ km från Hällbomark. Tallbeståndets ålder 60 år, trädens höjd 10—15 m. Skogstypen växlar från mossrik tallskog till övervägande ren tallhed.

XXIII. *Norrbotten.* Kronoparken Karl Gustav inom Karl Gustavs socken och Torneå revir. **Zon. II.** Kottinsamlingen skedde 24, 26 och 27 mars från 98 tallar i omedelbar närhet ay sjön Sortijärvi och skogstorpet Sortivaara, 3 km väster om Lappträsk station. Av de 98 träden voro 56 i åldern 50—75 år och förekommo antingen enstaka eller i ojämnt bestånd, 42 däremot i åldern 30—50 år i mera likåldrigt och jämnt bestånd, uppkommet efter brand. Å dessa träd erhölls 1,14 hl kott. Sedermera insamlades i april ytterligare 1 hl kott å Karl Gustavs kronopark i trakten närmast hemmanet Storfors (Storforsberget) från 85 träd.

XXIV. Övre Jämtland. I undersökningsserien ingår slutligen ett fröprov, insamlat genom skogsförvaltningen i Gäddede, vilket prov endast använts å ytserien 180, kronoparken Renålandet.

De erhållna kottpartierna utklängdes i statens fröklängninganstalt vid Finnerödja och gåvo ett utbyte av 0,6—0,9 kg pr hl. Fröpartierna, varierande mellan 0,6 och 2,6 kg, utsåddes med undantag av det från Degerforsheden våren 1909 (vid Alträsk först hösten 1910) i plantskolor å 8 skilda platser, nämligen:

A. Ockelbo i Gästrikland (zon IV[1]) (plantskolan upplåten av Kopparbergs och Hofors Sågverks A.-B. genom skogschefen ERNST ANDERSSON och skogsförvaltaren ERIK LINDSTEDT).

B. Älvdalens kyrkoby i Dalarna (zon II) genom tillmötesgående av besparingsskogens förvaltare jägmästare H. WOLFF.

[1] Zonindelningen efter vegetationstidens isotermer återfinnes å kartan fig. 1.

Tabell 1. **Kottinsamlingens omfattning.**
La récolte des semences.

Avd. n:r Parcelle N°	Landskap Province	Revir eller skogsförvaltning District	Breddgrad Latitude °N	Skogstrakt Localité	Höjd över havet Altitude m	Erhållen kottkvantitet Cônes récoltés hl	Erhållen frökvantitet Graines obtenues kg	Utbyte Rendement kg/hl
I	Småland	Kosta	56°50′	Kosta kronopark	208—229	2,28	1,624	0,712
II	»	Värends	57°4′	Vitthults kronopark	232	2,05	1,610	0,785
III	»	Västbo	57°36′	Remma mil.-bost.	208—223	2,12	1,459	0,688
IV	»	»	57°46′	Bottnaryds kyrkoh.-bost.	220	2,20	1,465	0,666
V	»	Eksjö	57°38′	Hässleby kronopark	199	2,47	1,857	0,752
VI	»	»	58°6′	Ö. Holavedens här. allm.	150	1,36	1,095	0,806
VII	Östergötland	Åtvidabergs skogsförv.	58°16′	Åtvidaberg	104	1,70	2,073	0,631
VIII	Södermanland	Jönåkers häradsallmänning	58°50′	Björkviks allmänning	48	2,79	2,375	0,851
IX	Västergötland	Kinne	58°39′	V. Kinneskogen	55	1,33	1,029	0,774
X	»	Tivedens	58°57′	Skagersholms kronopark	135	3,06	2,610	0,853
XI	Östergötland	Karlsby	58°39′	Karlsby kronopark	119	2,11	1,576	0,747
XII	Södermanland	Skogshalls skolrevir	59°13′	Rekarne här. allmänning	59	2,06	1,855	0,900
XIII	Västmanland	Bjurfors skolrevir	60°7′	Bjurfors kronopark	145	2,05	1,930	0,941
XIV	Dalarna	Ö. Dalarnas	60°59′	Fagerbergs kronopark	260	1,54	1,323	0,859
XV	Gästrikland	A.-B. Kopparb.-Hofors sk.f.	60°48′	Hillevik	20	2,19	1,650	0,753
XVI	Dalarna	» » »	60°48′	Lingheds by i Svärdsjö	170	1,50	1,169	0,713
XVII	Hälsingland	Voxna bruks skogsförv.	61°21′	Born vid Voxna	200	0,75	0,583	0,777
XVIII	Medelpad	Medelpads	62°21′	Haverö kyrkoh.-bost.	265	2,85	2,129	0,747
XIX	Jämtland	A.-B. Skönviks skogsförv.	63°1′	Fors s:n invid Indalsälven	120	0,89	0,640	0,719
XX	Västerbotten	Hällnäs skolrevir	64°21′	Skatans kronopark	185	2,00	1,363	0,682
XXI	Norrbotten	Pite	65°20′	Fagerhedens kronopark	200—220	1,89	1,136	0,601
XXII	Dalarna	V. Hälsinglands	61°47′	Hamra kronopark	425	2,00	1,307	0,654
	Norrbotten[1]	Jörns	65°8′	Degerforshedens kronopark	—	3,00	1,000	0,333
XXIII	»	Torneå	66°1′	Karl Gustavs kronopark	50	2,14	1,430	0,669
XXIV[2]	Jämtland	Frostvikens	64°30′	Gäddede	—	—	—	—

[1] Kom på grund av det ringa utbytet ej att användas vid försöken.
[2] Fröet ej insamlat genom försöksanstaltens försorg.

C. Särna i övre Dalarna (zon I) fröskola i Särna kyrkoby och omskolningsplats i A.-B. Dalarnas plantskolor, allt på föranstaltande av skogschefen H. WINLÖF och dåv. e. jägmästaren DENIS AF WÅHLBERG.

D. Bispgården i Jämtland (zon III), uti skogsskolans plantskolor (genom tillmötesgående av dåv. skolföreståndaren AND. HOLMGREN).

E. Kronoparken Renålandet i övre Jämtland (zon I) genom tillmötesgående av dåv. bitr. jägm. CARL BJÖRKBOM, e. jägm. KNUT FALCK och kronoj. PER STRÖM).

F. Hällnäs skogsskola i Västerbotten (zon II) genom tillmötesgående av dåvarande skolföreståndaren OLOF COOS).

G. Alträsk kronopark i Norrbotten (zon III) i nyupptagen plantskola invid Fagerviks kronojägareboställe (genom tillmötesgående av dåv. jägmästaren ARVID MONTELL och dåv. kronojägaren H. P. FORSMARK).

H. Gällivare i Lappland (zon I.) plantskolemark anskaffad av förvaltaren för Gällivare sockenallmänning, jägmästare O. E. HOLM.

Sådderna gingo i allmänhet väl till och plantorna utvecklade sig också bra. Från plantskolan å Renålandet meddelade emellertid jägm. CARL BJÖRKBOM den $^{25}/_{5}$ 1910 att plantorna delvis uppätits av sorkar eller lemlar. Det fanns liksom grunda gångar utefter såddränderna, där alla eller en stor del plantor förtärts. Hela den omgivande trakten var f. ö. genomkorsad av grunda gångar.

Plantorna fingo kvarstå 2 år i respektive plantskolor. Våren 1911 utfördes planteringarna å flertalet av de fält, som finnas angivna å kartan (fig. 1); endast de plantor, som uppdragits i Gällivare fingo, då de som 2-åriga voro rätt svaga, kvarstå 3 år i frösängen. Å de tre nordligaste försöksytorna utfördes själva planteringarna först våren 1912. Samtidigt med att plantorna upptogos i frösängen verkställdes omskolning av överblivna plantor för att ett par år senare användas för hjälpplanteringar.

FÖRSÖKSYTORNAS ANLÄGGANDE.

De blivande försöksytorna hade redan utsatts sommaren 1909 i samband med andra resor i Norrland. Härför valdes i allmänhet godartad mossrik tallskog, som sedermera avverkades under vintern 1909—1910, men i några fall måste också tallhedar tillgripas.

Försöksfälten anordnades å följande platser:

Ytan	172	å	Ovansjö	kronopark	Gstr.	275	m. ö. h.	60° 45′	zon	IV
	173	»	Älvdalens	»	N. Dlr.	575	» » »	61° 27′	»	I
	174	»	Älvros	»	» »	465	» » »	61° 48′	»	I
	175	»	Idre	»	» »	510	» » »	61° 53′	»	I
	176	»	Oxböle	»	Jtl.	325—335	» » »	62° 59′	»	III
	178	»	Västbyns	»	»	310	» » »	63° 13′	»	II

Ytan 179	å	Hårkaskogens kronopark	Jtl.	270	m. ö. h.	63° 22′	zon II
» 180	»	Renålandets »	»	320	» » »	64° 1′	» I
» 181	»	Svartbergets »	Vb.	175	» » »	64° 14′	» II
182	»	Bockens »	Lpl.	300	» » »	64° 35′	» II
» 232	»	Alträsks »	Nb.	120	» » »	65° 47′	» III
» 221	»	Kavahedens kronoöverlopps-mark	Lpl.	310	» » »	67° 9′	I
» 183	»	Kuortisrova kronoöverlopps-mark	»	500	» » »	67° 12′	» I

Dessa 13 försöksytor omfatta en sammanlagd areal av 15,78 hektar och å dem finnas tillsammans inalles 223 olika avdelningar.

För bedömandet av tallens proveniensfråga i Norrland har skogsförsöksanstalten ytterligare fyra försöksserier. I och för utrönande av tallfröets markgroningprocent i Norrland tog dåvarande assistenten vid försöksanstaltens skogsavdelning E. WIBECK (III) initiativet till anläggande av tvenne ytor i Bispgården och tvenne i Lappland. Å dessa verkställdes sådd våren 1912 med tallfrö av 10 olika provenienser, varav 6 utgjordes av överblivet frö av den först omnämnda klängningen av år 1909, medan år 1911 nyklängt frö anskaffades från Sorsele, Bjurholm, Ångermanland och Bispgården utan närmare angivande av insamlingsorten. Av det övre norrländska fröet, vars grobarhet växlade mellan 32 och 55 % utsåddes 20 frön per ruta, av de sydligare med grobarhet av 67—86 % 10 frön per ruta (se vidare tabell 2).

De fyra såddfälten, som vardera innehöllo 10 avdelningar, omfattar omkr. 0,15 hektar och äro belägna å följande platser (se kartan, fig 1).

Ytan 217		Oxböle kronopark		335	m. ö. h.	62° 59′	zon III
» 218		Gärsjöns »		250	» » »	63° 3′	» III
» 220		Kavahedens kronoöverloppsmark		310	» » »	67° 9′	» I
» 219		Kuortisrova »	o.	500	» » »	67° 12′	» I

De 18 försöksserier, som ligga till grund för denna undersökning om proveniensens betydelse för tallen i Norrland, äro så att säga placerade i 4 bälten tvärs över landet.

Sydligaste bältet — Gästrikland—Dalarna — representeras av 4 planteringsytor eller ytan 172 å Ovansjö kronopark i Gästrikland (zon IV), ytan 173 vid Bunkris å Älvdalens kronopark i norra Dalarna (på gränsen mellan zon I—II), ytan 174 å Älvros kronopark mellan Särna och Idre (zon I) samt ytan 175 å Idre kronopark (zon I).

I nästa bälte ingå 7 stycken ytor i Jämtland. Å Oxböle kronopark i Bispgårdens skolrevir ligga planteringsytan 176, ytan 177, varå tall från Bjurfors uppdragits på olika förband, samt såddytan 217; å Gersjöns kronopark inom samma revir såddytan 218, alla tillhörande zon III.

Tabell 2. **Fröpartierna till såddytorna.**
Semences employées aux champs semés.

Avd. nummer å marken Parcelle N° sur le terrain	Motsvarande nummer å planteringsytorna N^os qu'ont les mêmes semences sur les champs *plantés*	Hemort Provenance Breddgrad Latitude	Skogstrakt Localité	Höjd över havet Altitude	Fröets klängningsår Année de l'égrenage	Fröets beskaffenhet L'analyse des semences donna grodda germées %	hårda dormantes %	döda mortes %
I	XXIII	66°1′	Karl Gustavs kronopark	50	1909	32	7,5	60,5
II	XXI	65°20′	Fagerhedens kronopark	200—220	1909	36,5	3,5	60
III	—	omkr. 65°30′	Sorsele revir		1911	34	5	61
IV	XX	64°21′	Skatans kronopark	185	1909	55	2	43
V	—	omkr. 64°	Bjurholms revir		1911	68	3	29
VI	—	omkr. 63°	Ångermanland		1911	85	1,5	13,5
VII	—	omkr. 63°o. 64°	Bispgårdens skolrevir		1911	86	2	12
VIII	XXII	61°47′	Hamra kronopark	425	1909	67	3	30
XIX	XIII	60°7′	Bjurfors kronopark	145	1909	82	1,5	16,5
X	IV	57°46′	Bottnaryds kyrkoh.,bost.	220	1909	71	2	27

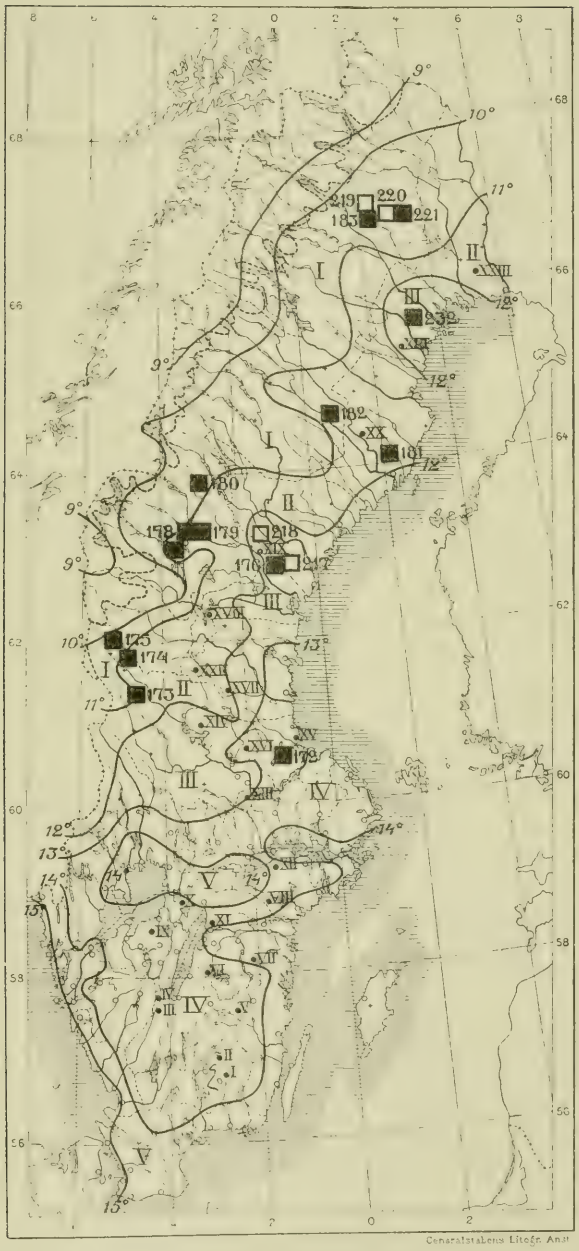


Fig. 1. Karta över Sverige med inlagda temperaturkurvor för vegetationsperiodens medeltemperatur (juni—sept.). De runda prickarna ange platser, därifrån tallfrö insamlats för de omfattande proveniensodlingarna i Norrland. De fyrkantiga rutorna ange skogsodlingsplatserna: svarta rutor 13-åriga planteringar, vita rutor 10-åriga sådder.

Carte de la Suède avec les courbes de température moyenne pour la période de végétation (juin—sept.). Les points indiquent des places, où sont récoltées les semences de pins pour les cultures d'essai en Norrland. Les carreaux indiquent les places de culture: les carreaux noirs marquent des plantations de 13 ans, les blancs des semis de 10 ans.

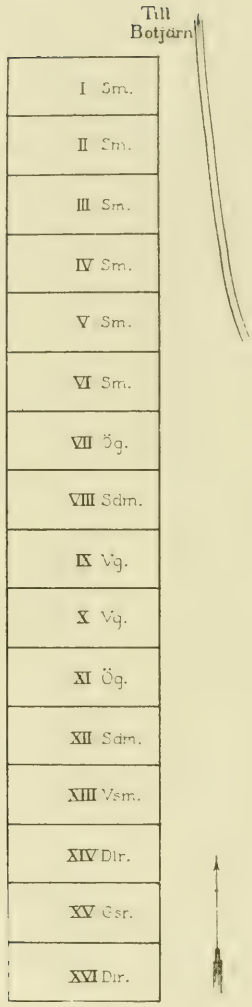


Fig. 2.
Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 172 å Ovansjö kronopark, Gästrikland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dan le champ d'essai 172 à 60°45' lat. N. Les abréviations indiquent les provinces d'où proviennent les semences employées.

Vidare förekomma i detta bälte planteringsytorna 178 å Frösön och 179 å kronoparken Hårkaskogen, båda i zon II, samt ytan 180 å Renålandets kronopark inom zon I.

En grupp i Västerbottens län bildas av planteringsytorna 181 å Svartbergets försökspark och 182 å Bockens kronopark vid Lycksele.

I nordligaste bältet genom Norrbottens län ingår 5 ytor, planteringsytorna 232 å Alträsks kronopark, 221 å Kavahedens överloppsmark utanför Gällivare och 183 å Kuortisrova överloppsmark vid Sikträsk samt såddytorna 220 å Kavaheden och 219 å Kuortisrova.

I efterföljande detaljbeskrivningar äro de olika planteringsytorna ordnade efter förenämnda gruppindelning, medan de 4 såddytorna beskrivits i ett gemensamt sammanhang.

PLANTERINGSYTOR.

Försöksytan 172 i Gästrikland. (Zon IV.)

Ytan är belägen i Ovansjö socken å Ovansjö kronopark (Gästriklands revir), 5 km väster om kronojägarebostället Botjärn och 16 km från Järbo järnvägsstation samt omkr. 275 m ö. h. Den är utstakad i ett hygge, avverkat i jan.—febr. 1909, i 160-årig barrblandskog. Omgivningarna kring ytan utgöras mot väster av en smal remsa likartad mark (hygge) och mot norr, öster och söder av blandskog av övervägande gran och något tall. Ytan bildar en i norr till söder utsträckt rektangulär figur om en hektar (250 meters längd och 40 meters bredd). Den är uppdelad (se fig. 2) i 16 lika stora avdelningar om 6,25 ar. I varje avdelning anbringades vid planteringen 10 plantrader på 1,2 m avstånd. Plantorna i raden stå också på 1,2 m avstånd. De olika avdelningarna, som äro skilda genom en tomrad, äro utmärkta med pålar, vari inslagits de ro-

merska siffror, som angivas å kartan. Fröets hemort är angiven å denna karta.

Plantorna utsattes i öppna gropar med plantering vid gropens kant. Fylljord upptogs å planteringsfältet och uppblandades något med kolstybb. Några äldre frötallar kvarstodo tyvärr å hygget. Planteringen utfördes i slutet av maj 1911 med början $^{22}/_{5}$.

Planteringen led uppenbarligen av torka, och den gick därför ej särdeles väl till. Någon hjälpplantering har ej kunnat utföras, då plantförrådet ej räckte till härför. De två-åriga plantorna voro uppdragna i Ockelbo (plantskolan A). Den 16—18 maj 1914 reviderades försöksytan första gången. Tjärade pinnar nedsattes då vid varje levande planta, på det att man under de närmaste åren säkert skulle kunna skilja de inplanterade tallarna från eventuellt uppkommande självsådd. Det visade sig då att blott omkring 20 % av plantorna gått till, men att någon större skillnad i dödsprocent ej förefanns mellan de olika avdelningarna.

Ytan reviderades fullständigt $^{15}/_{7}$ 1919 och förekomma härvid erhållna medeltal i tabell 3. Vid denna revision togs ej hänsyn till sista årets toppskott annat än vid bestämmandet av barråldern. Ytan, som nu röjdes från björk och självsådd tall, visade sig vara mycket starkt gräsbunden, huvudsakligen av *Aira flexuosa*.

Slutligen reviderades ytan fullständigt den 13 aug. 1922, varvid icke heller då 1922 års skott medräknades vid höjdmätningen. Däremot har sista årets skott även nu medtagits, när det gällt att bestämma barråldern. Siffrorna i tabell 3 avse således de 10- och 13-åriga tallarnas höjd. Av tabellen finna vi, att å denna ytserie endast prövats frö från södra Sverige och från temperaturzonen IV med ett undantag eller avd. XIV, där frö från zon III (mellersta delen av Dalarna) kommit till användning. Rörande denna zonindelning hänvisas närmare till diskussionen över resultaten i det följande (sid. 380 [76]). Där förklaras också närmare huru och på vad grunder fröproven fördelats på de skilda ytserierna.

I tabell 3 finna vi att någon särskilt påtaglig skillnad mellan de olika fröprovenienserna från Småland till mellersta Dalarna och Gästrikland ej förefinnes, och detta var ej heller att vänta här.

Frånsett att skogsodlingen från början gått dåligt till, har snöskyttet härjat avsevärt. Träden äro i skilda parceller angripna från 34 % ända till 73 % (frö från Karlsby i Östergötland). Även plantor från hemorten äro angripna med 65—70 %.

Barråldern är från samtliga parceller angiven till 3 år.

Tab. 3—4. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N°	Trakt Localité	Fröets härstamning Provenance des semences				Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés		
		Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Första kulturen Première plantation	Hjälpkulturen Plantation supplémentaire	Summa Total
	Försöksytan 172, Ovansjö kronopark, 60°45′ 285 m ö. h. Zon IV.							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	330	—	330
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	330	—	330
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	330	—	330
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	330	—	330
V	Hässelby	»	»	57°38′	199	330	—	330
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	330	—	330
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	330	—	330
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	330	—	330
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	330	—	330
X	Tiveden	»	»	58°57′	135	330	—	330
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	330	—	330
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	330	—	330
XIII	Bjurfors	»(III)	Vsm	60°7′	145	330	—	330
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	330	—	330
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	330	—	330
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	330	—	330
	Försöksytan 173, Bunkris å Älvdalens kronopark, 61°27′ 575 m ö. h. Zon I—II.							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	520	—	520
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	520	120	640
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	480	78	558
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	480	160	640
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	480	106	586
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	480	134	614
XIII	Bjurfors	»	Vsm	60°7′	145	480	116	596
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	480	116	596
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	480	92	572
XVI	Svärdsjö		Dlr	60°48′	170	480	160	640
XVII	Voxna	II(III)	Hls	61°21′	200	480	142	622
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	480	130	610

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » »
[3] 1922 » skott medräknade — Y comprise la pousse de 1922.

inom försöksytorna 172 och 173.
des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd Hauteur des plants m				De levande plantornas beskaffenhet 1922 État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning Non défectueux %	Krokiga Tortueux %	Snöskyttesskadade Infectés par *Phac.* %	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.				
(60°45′ lat. N. à 285 m d'altitude)								
17,9	1,70	0,98	2,90	1,88	33,9	25,4	59,3	3,0
12,4	1,80	1,13	3,25	2,20	58,5	9,8	34,1	3,0
23,3	2,10	1,19	3,60	2,13	39,0	24,7	44,2	3,0
20,6	1,70	1,15	3,40	2,20	27,9	26,5	64,7	3,0
21,2	2,10	1,23	3,70	2,30	50,0	14,3	34,3	3,0
19,4	1,80	0,98	3,45	1,97	45,3	20,3	42,2	3,0
14,2	2,15	1,17	3,70	2,20	44,7	21,3	40,4	3,0
17,0	2,20	1,19	3,55	2,22	39,3	26,8	50,0	3,0
19,1	1,80	1,04	3,20	2,12	57,1	7,9	41,3	3,0
24,5	2,50	1,21	4,40	2,22	37,0	16,0	49,4	3,0
12,4	1,50	0,94	3,20	1,97	26,8	12,2	73,2	3,0
16,1	1,70	1,01	3,30	1,97	26,4	28,3	56,6	3,0
23,3	1,90	1,09	3,70	2,04	24,7	15,6	67,5	3,0
25,8	2,00	1,06	3,50	1,98	27,1	11,8	68,2	3,0
20,3	1,80	1,01	3,30	1,97	20,9	23,9	70,1	3,0
18,8	2,00	0,97	3,40	1,86	27,4	25,8	64,5	3,0
(61°27′ lat. N. à 575 m d'altitude).								
4,0	1,00	0,40	0,99	0,62	19,0	33,3	19,0	4,0
6,6	0,95	0,43	1,68	0,61	47,6	26,1	42,9	3,7
9,3	1,10	0,43	1,43	0,65	7,7	28,8	61,5	3,4
13,4	0,70	0,37	1,28	0,60	30,2	20,9	48,8	3,8
11,3	1,05	0,30	1,45	0,64	27,3	22,8	33,3	3,6
5,2	0,85	0,35	1,39	0,56	43,8	18,8	31,3	3,5
8,7	1,10	0,49	2,08	1,08	11,5	19,2	73,1	3,7
16,3	1,30	0,55	2,30	1,08	8,2	15,5	79,4	3,4
19,2	1,40	0,56	2,54	1,00	12,7	15,5	70,9	3,6
20,6	1,25	0,54	2,24	1,01	14,4	14,3	67,4	3,6
18,5	1,10	0,64	2,10	1,29	9,6	19,1	87,8	3,6
27,4	1,20	0,51	2,03	0,83	15,6	15,6	66,5	3,9

Försöksytan 173 i övre Dalarna. (Zon I—II.)

Ytan är belägen i Älvdalens socken å Älvdalens kronopark (Älvdalens västra revir), 300 m nord-nordväst om kronojägarebostället Bunkris intill gamla landsvägen mot Särna. Ytan befinner sig omkring 575 m över havet å en åssträckning i exponerat läge (fig. 5—6). Den ligger på gränsen mellan de å kartan markerade I:sta och II:dra zonerna, men kan klimatiskt sett föras till zon I på grund av det betydande höjdläget. Omgivningarna bestå mot norr av en stor myr, i övriga väderstreck av mycket gles skog. Mot myren lutar en del av marken starkt. Uppmätt jordprofil visade 2—5 cm förna och råhumus, 2—10 cm blekjord samt därefter rostjord med insprängda stenar. Ytan bildar en från nordväst till sydost liggande långsmal figur, längd 198,2 m, bredd 42—48 m. Den är uppdelad i 12 avdelningar (se fig. 3). Avd. I och II ha en areal av 0,07488 har, de övriga av 0,06912 har. Av kartan framgår, vilka fröprovenienser, som kommit till användning.

Ytan planterades i juni 1911 med $\frac{2}{0}$ tall, som uppdragits i plantskola i Älvdalen (plantskolan B). Vid planteringen användes spettplantering på 1,2 m kvadratförband. Två år senare, 19—21 maj 1913, reviderades den 4-åriga planteringen. Härvid hjälpplanterades alla avdelningar utom avd. I med omskolade plantor $\frac{2}{2}$ från Särna. Vid hjälpplanteringen användes planteringsmetoden i »öppen grop». Vid de plantor, som levde $^{21}/_{5}$ 1913 utsattes pinnar, men ej vid de hjälpplanterade. Utgångsprocenten 1913 var i de olika avdelningarna följande:

I	II	III	IV	V	VI
31 %	23 %	16 %	33 %	22 %	28 %
XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
24 %	24 %	19 %	33 %	30 %	27 %

Härav framgår att första utgångsprocenten var oberoende av fröprovenienser, emedan plantorna skadats av vilt samt snötryck, en del lågo som »manglade» efter marken.

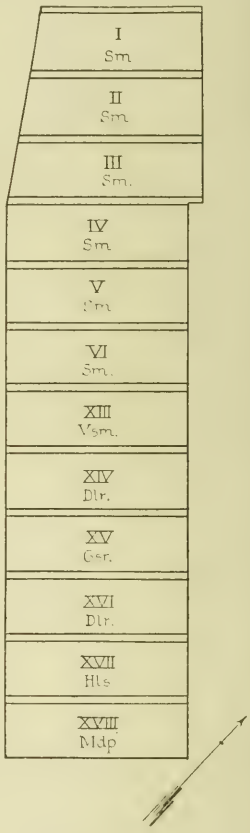


Fig. 3.
Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 173 vid Bunkris å Älvdalens kronopark i Dalarna. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.
Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 173 à 61°27' lat. N. Explication des abréviations sous fig. 2.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte 2/6 1923.

Fig. 4. 14-åriga tallar av frö från Haverö i Medelpad å Älvdalens kronopark, Bunkris i Dalarna. Försöksytan 173, avd. XVIII. Plantorna synas likväl ej fullt passa för klimatet.

Pins âgés de 14 ans issus de semences de Haverö (62°21′ lat. N, à 265 m altitude). Le climat (61° 27′ lat. N, à 575 m d'altitude) semble ne pas convenir tout à fait aux plants.

Ytan reviderades sedan 3—4 juli 1919. Medan den moss—lavrika typen förut var förhärskande, befanns nu hygget vara rikligt beväxt med gräs, mest *Aira*.

Utgångsprocenten för de då 10-åriga plantorna inom de olika avdelningarna framgår av efterföljande sammanställning:

I	II	III	IV	V	VI
91,5 %	79 %	77 %	70,5 %	83,1 %	91,5 %
XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
78 %	73,5 %	74 %	72,3 %	71,8 %	60 %

Utgångsprocenten var störst för avd. I—XIII från zon IV, något mindre för avd. XIV—XVII, (zon III—(IV) och minst inom avd. XVIII från Haverö (zon II). Barråldern antecknades till 3—4 år hos de sydländska avdelningarna (I—XIII) och i medeltal 4 inom de övriga.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{2}/_{6}$ 1923.

Fig. 5. 14-åriga tallar av frö från Bottnaryd i Småland å Älvdalens kronopark, Bunkris i Dalarna Försöksytan 173, avd. IV. Nästan alla plantor döda. Den å bilden synliga levande tallplantan är självsådd.

Pins âgés de 14 ans issus de semences de Bottnaryd (57°46′ lat. N) et cultivés à 61°27′ lat. N. Presque tous les plants sont morts. Le plant vivant que l'on voit sur l'image est spontané.

Avdelningarna med sydländskt frö hade största antalet krokiga plantor, de från zon III något mindre, och i Haveröparcellen (XVIII) fanns endast 2 % krokiga plantor.

Den 11 juli 1922 reviderades ytan ånyo. Resultatet från denna uppmätning återfinnes i tabell 4. De nu levande plantornas antal har ytterligare minskats. Fortfarande är det dock plantorna inom avd. XVIII från Haverö (zon II), som rett sig bäst (fig. 4). Avd. XIV—XVII har omkring 20 % levande plantor. De få kvarlevande plantorna från Sydsverige äro genomgående kortast och krokigast (fig. 5). I tabellen synes som om sistnämnda plantor skulle vara mindre angripna av snöskytte än de från mellersta delarna av landet. Procenttalet för de sydsvenska plantorna är emellertid mycket osäkert på grund av det ringa antalet levande plantor; flertalet av de döda plantorna ha föresten strukit med av snöskyttet.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{2}/_{6}$ 1923.

Fig. 6. 14-åriga tallplantor av frö från Hillevik utanför Gävle (zon IV) å Älvros kronopark, norra Dalarna. Försöksytan 174, avd. XV. Plantornas habitus förråder »sydländsk» proveniens.

Pins âgés de 14 ans issus de semences de Hillevik (zone IV, 60°48' lat. N) et cultivés à 61°48' lat. N. L'aspect des plants trahit leur provenance «méridionale».

Försöksytan 174 i övre Dalarna. (Zon I.)

Ytan är belägen i Särna socken å Älvros kronopark (Särna revir), cirka 1,5 km norr om stora landsvägen mellan Hedens by och Älvros[1] å en genom åskslag år 1910 uppkommen bränna. Höjd över havet 465 m. Ytan bildar en i nordost—sydväst långsträckt rektangel, 180 m lång och 60 m bred. Den är uppdelad i 15 lika avdelningar (se kartan, fig. 7), vardera planterad med 9 rader tall; i varje rad 50 plantor. Markprofilen visar 0,5—1 cm förna, aska och humus, 2—17 cm blekjord, 10—15 cm rostjord, som sedan övergår i den ovittrade moränen med större block och stenar. Rörande markbetäckningen gjordes $^{21}/_{5}$ 1913 följande anteckningar:

Ris enstaka: *Calluna vulgaris*, *Salix repens* och *Vaccinium vitis idæa.*

[1] Från Hedens by utefter vägen mot Idre passeras 2 stora landsvägsbroar. Cirka 100 meter bortom den andra bron går en väg österut, som för fram mot ytan.

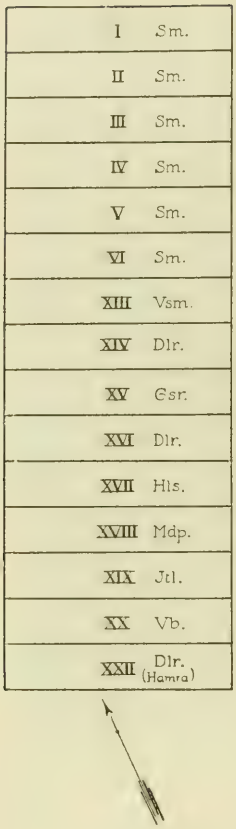


Fig. 7.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 174 å Älvros kronopark, norra Dalarna. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 174 à 61°48' lat. N. Explication des abrévations sous fig. 2.

Örter tunnsådda: *Antennaria dioica* e, *Epilobium angustifolium* e, *Lotus corniculatus* e och *Pulsatilla vernalis* t.

Ytan är planterad i juni 1911 med $\frac{2}{0}$ plantor på 1,3 m förband. Plantorna voro uppdragna i Särna (plantskolan C).

Vid revisionen i maj 1913 erhölls följande resultat (siffrorna i andra raden ange utgångsprocenten):

Avd.	I	II	III	IV	V	VI	XIII
	63 %	32 %	34 %	35 %	36 %	36 %	43 %

XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXII
33 %	43 %	36 %	34 %	34 %	38 %	37 %	43 %

Härav framgår uppenbart, att även här utgångsprocenten under de två första åren varit ungefär lika på alla avdelningar. De flesta avdelningarna hjälpplanterades i maj 1913 utom avd. I, VI och XVIII, då av dessa nummer ej funnos friska plantor kvar i plantskolan. Plantorna voro nu $\frac{2}{2}$ utom av n:r III och XX, av vilka användes $\frac{1}{0}$. Till n:r XXII erhölls plantor från en plantskola å myren vid Bunkris (för mossodlingsförsök). De omskolade plantorna voro ganska förväxta.

Vid revisionen 7 juli 1919 visade utgångsprocenten fortfarande ej någon större differens efter provenienserna. I allmänhet voro dock plantorna ytterst svaga och korta. Avd. XXII med frö från Hamra kronopark (zon II) syntes uppvisa de för trakten härdigaste plantorna, varjämte plantorna från avd. XX (Hällnäs i Västerbotten) voro jämna. Barråldern angavs till 3 à 4 år för de olika parcellerna.

Resultatet från uppmätningen av plantorna 8 juli 1922 återfinnes i tabell 5. Några bilder (fig. 6, 8—11) återge plantutseendet från en del av de bättre avdelningarna. Plantorna av frö från Gävletrakten (fig. 6) ha ungefär liknande utseende som ungersk tall i södra Sverige. Klimatskillnaden mellan Gävle och Särna är också högst betydlig. Tallarna från Voxna i Hälsingland se någorlunda skapliga ut (fig. 8), men många plantor ha strukit med av snöskytte. Av fröet från Hällnäs i Västerbotten finnas en del goda plantor (fig. 9), men även frö från så nordlig breddgrad kan ej anses fullt lämpligt i

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{2}/_{6}$ 1923.

Fig. 8. 14-åriga tallplantor av frö från Voxna å Älvros kronopark, Dalarna. Försöksytan 174. avd. XVII. Många plantor dödade av snöskytte.
Pins âgés de 14 ans issus de semences de Voxna (zone II—III 61°21′, lat. N) et cultivés à 61°48′ lat. N. Quantité de plants sont endommagés par *Phacidium*.

detta hårda klimat. Bäst ha som nämnt plantorna från Hamra i Dalarna (se fig. 12) rett sig.

Den i tabell 5 angivna procenten för krokiga plantor är för denna serie ej jämförbar med andra serier. Plantorna äro ännu föga utvecklade och därför som andra småplantor i inre övre Norrland mer eller mindre krokiga av allehanda orsaker. Av större intresse är däremot att största procenten plantor »utan anmärkning» antecknats för fröet från Haverö (avd. XVIII) och Hamra (avd. XXII) samt därnäst från Hällnäs (avd. XX).

Snöskyttet har ännu ej börjat härja svårare i denna yta. Plantorna äro nämligen ännu väl små för att nå upp i den mest kritiska höjdperioden.

Barråldern inom olika parceller varierar obetydligt och uppgår till i medeltal nära 4 år.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{2}/_{6}$ 1923.

Fig. 9. 14-åriga tallplantor av frö från Hällnäs, Västerbotten (zon II) å Älvros kronopark, Dalarna. Försöksytan 174, avd. XX.
Pins âgés de 14 ans issus de semences de Hällnäs (zone II, 64°21′ lat. N) et cultivés à 61°48′ lat. N.

Försöksytan 175 i övre Dalarna. (Zon I.)

Ytan är belägen i Idre socken å Idre kronopark, 3 km öster om Idre by. Höjd över havet 510 m. Den är anlagd å torrt, mycket stenigt hedland. Markvegetationen utgjorde:

Ris strödda: *Calluna vulgaris* t, *Empetrum nigrum* e, *Myrtillus nigra* (några få plantor) samt *Vaccinium vitis idæa* e.

Mossor tunnsådda: *Hylocomium parietinum* e, *Dicranum elatum* och *Bergeri* e.

Lavar ymniga: *Cladina alpestris* s och *silvatica* r, *Nephroma arcticum* e, *Stereocaulon paschale* e—t.

Marken består av 1—2 cm förna och råhumus samt aska, 2—3 cm blekjord ovan rostjorden.

Ytan utgör en i längdsträckning öster—väster gående rektangel om 165 m längd och 60 m bredd (fig. 11). Den är uppelad i 15 avd. om 0,06 har. Varje avd. har på 1,2 m förband planterats med 8 rader med

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{2}/_{6}$ 1923.

Fig. 10. 14-åriga tallplantor av frö från Hamra kronopark (zon II) å Älvros kronopark, Dalarna. Försöksytan 174, avd. XXII.
Pins âgés de 14 a s issus de semences de Hamra (zone II, 61°47′ lat. N) et cultivés à 61°48′ lat. N.

50 plantor i varje rad. I juni 1911 utfördes den första planteringen med $\frac{2}{0}$ tallplantor, som uppdragits i Särna (plantskolan C). Någon hjälpplantering har ej sedan här utförts.

Vid revisionen 9 juli 1919 visade sig utgångsprocenten inom de olika avdelningarna vara följande:

I	II	III	IV	V	VI	XIII	XIV
72 %	70 %	70 %	74 %	73 %	73 %	57 %	54 %

XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXII
69 %	57 %	51 %	49 %	48 %	42 %	42 %

Denna serie visar uppenbart, huru 8 år efter planteringen fröet från Hamra i Dalarna (avd. XXII) och Hällnäs i Västerbotten (avd. XX) stått sig bäst.

Resultatet från sista revisionen den 8 juli 1922 återfinnes i tabell 6. Inom de avdelningar, varifrån fröet hämtats inom zon II, finnas ungefär

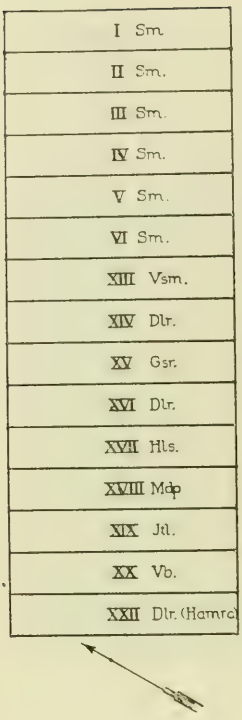


Fig. 11.
Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 175 å Idre kronopark, norra Dalarna. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 175. Explication des abréviations sous fig. 2.

50 % av plantorna ännu levande. Medelhöjden hos dessa plantor är några cm större än de från mildare klimat. Tydligt framgår emellertid huru föga plantorna ännu vid 13 år äro utvecklade i detta klimat på svag bonitet. Med hänsyn härtill kunna ej de procenttal, som angivas för krokiga plantor i tabellen tillmätas något större värde. Liksom redan framställts under föregående yta, äro ju tallplantor i dessa delar av Norrland till en början utsatta för så många skador, så att de flesta en tid äro mer eller mindre krokiga.

Samma skäl eller plantornas ännu ringa höjd är orsaken till att snöskyttet ännu ej uppträtt i någon starkare grad, vilket även belyses av den delvis ganska ringa utgångsprocenten mellan år 1919 och 1922.

Mellan de 3 åren 1919 och 1922 har procenten levande plantor från zon IV minskats med omkring 10, av plantor från zon II och III med ungefär 5.

Barråldern har för olika avdelningar befunnits vara 3,5—4 år.

Någon större skillnad synes ej i tabellen mellan procenten nu av snöskytte angripna plantor, men läggas härtill samtliga mellan åren 1919 och 1923 utgångna plantor, visar det sig dock att angreppet är ungefär dubbelt så stort å plantor från zon IV mot från zon II.

Några utvalda typexemplar för de olika avdelningarna återgivas å fig. 12. Plantor från Vitthult i Småland (fig. 12 a) och Hillevik utanför Gävle (fig. 12 b) bära tydligt en sydlänsk prägel. Plantan från Haverö är relativt god men ganska starkt angripen av snöskytte (fig. 12 c). Plantan från Hamra är normalt utvecklad och livskraftig (fig. 12 d).

Försöksytan 176 i östra Jämtland (zon III).

Ytan är belägen i Fors socken å kronoparken Oxböle (Bispgårdens skolrevir) ungefär 4 km från Bispgårdens skogsskola. Den är utlagd å ett år 1910 avverkat hygge, 325—335 m över havet. Skogen utgjordes av tämligen trögväxande gran av ungefär 250 års ålder med in-

a *b* *c* *d*

Ur Skogsförsöksanst saml. Fot. G. Schotte.

Fig. 12. 14-åriga tallplantor, uppdragna å Idre kronopark (försöksserien 175) i Dalarna av frö från olika proveniens. *a* frö från Vitthults kronopark i Småland, *b* frö från Hillevik utanför Gävle, *c* frö från Haverö, Medelpad och *d* frö från Hamra i norra Dalarna.

Pins de 14 ans cultivés à 61°53′ lat. N de semences provenant *a* de Vitthult à 57°41′, *b* de Hillevik à 60°48′, *c* de Haverö à 62°21′, *d* de Hamra à 61°47′.

sprängda enstaka tallar av något bättre växtlighet. Riset å hygget brändes i högar våren 1911. Försöksytan bildar en rektangel om 200 × 105,8 m och är uppdelad på längden i 19 långa smala parceller. Östligaste delen av ytan, ungefär $^1/_4$ av arealen var något fuktig med mosstäcke av *Sphagnum* och *Polytrichum*, medan *Hylocomium* endast förekom kring stubbar och på högre partier av ytan. I övrigt utgjordes markvegetationen här av ris: *Empetrum nigrum*, *Lycopodium annotinum Myrtillus nigra* och *Vaccinium vitis idæa*. I den västligaste delen av ytan eller ungefär $^3/_4$ av arealen var marken mera frisk med *Hylocomium* som karaktärsväxt och glest skikt av blåbärsris och lingon samt *Lycopodium annotinum* och *Pyrola secunda*. Vid ståndortsanteckning våren 1913 anmärktes att *Hylocomium* avdött å större delen av fältet, medan gräset *Aira flexuosa* och *Luzula pilosa* nu var statt i livlig utveckling och enstaka *Epilobium angustifolium* börjat inkomma. Även å den fuktiga delen av ytan har *Aira* inkommit ymnigt. Markprofilen visade ovan morängruset 5 cm förna och humus samt 2—10 cm blekjord.

Planteringen utfördes i slutet av maj medelst spettplantering med fylljord på 1,2 meters kvadratförband. Parcellerna med plantor av sydsvenskt

Tab. 5 och 6. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N°	Fröets härstamning Provenance des semences: Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés: Första kulturen Première plantation	Hjälpkulturen Plantation supplémentaire	Summa Total
	Försöksytan 174, Älvros kronopark, 61°48′, 465 m ö. h. Zon I							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	344	—	344
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	442	125	567
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	435	150	585
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	443	153	596
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	431	156	587
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	434	—	434
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	429	185	614
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	433	142	575
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	426	182	608
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	442	157	599
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	442	148	590
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	429	—	429
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	428	?[4]	—
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	435	?[4]	—
XXII	Hamra	»	Dlr	61°47′	425	455	?[4]	—
	Försöksytan 175, Idre kronopark, 61°53′. 510 m ö. h. Zon							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	400	—	400
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	400	—	400
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	400	—	400
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	400	—	400
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	400	—	400
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	400	—	400
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	400	—	400
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	400	—	400
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	400	—	400
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	400	—	400
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	400	—	400
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	400	—	400
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	400	—	400
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	400	—	400
XXII	Hamra	»	Dlr	61°47′	425	400	—	400

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » » »
[3] 1922 » skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.
[4] Antal plantor vid hjälpkulturen ej antecknat.

inom försöksytorna 174 och 175.
des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd Hauteur des plants m				De levande plantornas beskaffenhet 1922 État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning Non défectueux	Krokiga Tortueux	Snöskyttskadade Infectés par *Phac.*	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.	%	%	%	
(61°48′ lat. N. à 465 m d'altitude).								
38,4	0,50	0,18	0,50	0,22	6,8	93,2	6,8	—
30,7	0,50	0,18	0,44	0,21	3,4	96,6	3,4	—
19,0	0,50	0,18	0,65	0,29	2,7	91,9	40,5	4,0
44,1	0,55	0,20	0,68	0,26	5,1	91,5	22,2	—
24,2	0,50	0,22	0,60	0,28	—	98,4	17,5	3,3
27,0	0,37	0,18	0,63	0,26	1,9	96,2	11,5	4,5
18,6	0,40	0,18	0,57	0,26	5,3	93,9	21,1	3,7
27,7	0,60	0,21	0,88	0,29	6,3	88,7	27,7	3,8
23,0	0,60	0,24	0,94	0,32	5,0	93,6	35,0	3,9
26,5	0,55	0,22	0,99	0,31	3,8	91,8	50,9	3,8
29,0	0,70	0,28	1,08	0,38	4,7	95,3	45,0	3,8
36,1	0,70	0,28	0,90	0,37	13,5	84,5	27,1	3,9
—	0,60	0,26	0,83	0,36	4,0	91,9	23,4	3,6
—	0,60	0,21	0,85	0,29	8,4	89,9	11,0	3,9
—	0,60	0,20	0,89	0,28	15,9	81,0	7,2	3,9
(61°53′ lat. N. à 510 m d'altitude).								
10,8	0,70	0,27	0,51	0,25	25,6	48,8	55,8	3,2
17,0	0,50	0,17	0,50	0,21	25,0	67,6	32,4	3,6
11,3	0,45	0,20	0,62	0,24	11,1	84,4	42,2	3,5
18,0	0,45	0,17	0,47	0,22	16,7	77,8	38,9	3,5
17,8	0,37	0,17	0,57	0,23	22,5	71,8	21,1	3,5
12,5	0,42	0,16	0,71	0,27	32,0	58,0	36,0	3,6
35,3	0,60	0,18	0,62	0,25	14,2	76,6	31,9	4,0
39,8	0,37	0,15	0,74	0,24	16,4	81,1	25,2	3,7
27,8	0,45	0,15	0,48	0,24	8,1	91,0	27,0	3,5
34,8	0,60	0,18	0,60	0,26	5,8	89,2	29,5	3,5
38,0	0,40	0,20	0,66	0,30	8,6	85,5	38,8	3,7
47,8	0,72	0,20	1,00	0,31	7,3	89,5	23,0	3,6
45,3	0,60	0,20	1,13	0,32	6,1	90,1	34,3	3,7
59,5	0,65	0,20	1,00	0,33	15,1	81,1	28,6	4,0
53,3	0,50	0,18	0,77	0,28	9,9	85,0	23,0	3,9

frö fingo 5 rader plantor, de med norrländskt frö 4 rader. Plantorna hade uppdragits i plantskolan vid Bispgården. I maj 1913 hjälpplanterades den del av de olika avdelningarna, som utmärkts med diagonal streckning (fig. 13). Härvid utsattes 50—100 (vanl. 75) plantor pr avdelning. År 1913 reviderades de avdelningar, som fått plantor av relativt nordlig härkomst, varvid utgångsprocenten mellan olika avdelningar ännu ej gav något direkt utslag. Detsamma visade sig förhållandet vara vid revision 1914.

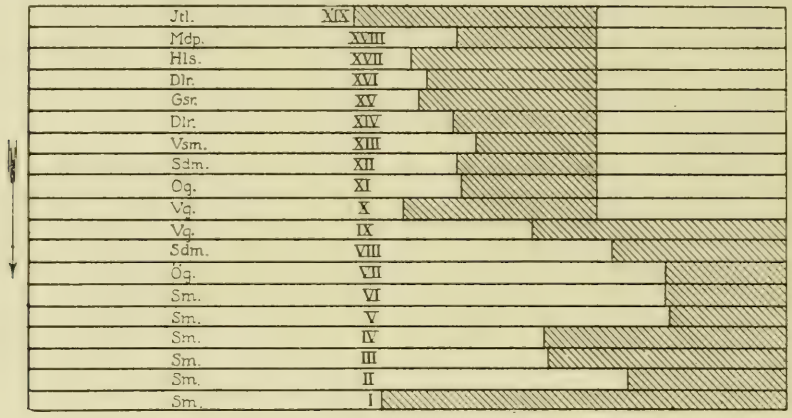


Fig. 13. Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 176 å Oxböle kronopark i östra Jämtland. Skala 1:2000. De streckade områdena visa de delar av ytorna, som hjälpplanterades 1913. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 176. Les parties striées représentent les plantations supplémentaires faites en 1913. Explication des abréviations sous fig. 2.

Resultaten från revisionerna 1919 och 1922 återfinnas i tabell 8. Vid bedömandet av resultaten i denna tabell bör beaktas, att nedre (östra) delen av ytan är som ovan nämnts till $^1/_4$ något försumpad och detta mest inom avd. VI—XVI, varest flertalet plantor strukit med inom det försumpade området. Antecknas bör dessutom att marken i övrigt är något försumpad inom avd. XVI—XIX, dock mest inom XVIII och XIX. I det försumpade området å de förstnämnda ytorna har flertalet plantor dött ut. Svårigheten att få likformiga parceller för direkt jämförelse ha här liksom i allmänhet i vår växlande svenska skogsmark visat sig vara stor. Någon större skillnad kan ej förmärkas mellan plantorna i avd. I—XII, möjligen äro de dock något mindre krokiga i avd. VIII—XII. Avd. XIV och XVI—XIX, frö från resp. Fagerberg (Dlr), Svärdsjö (Dlr), Voxna (Hls), Haverö (Mpd) och Bispgården (XIX), uppvisa de vackraste plantorna med rak stam. Samtliga dessa avdelningars fröplockningsbe-

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{8}/_{9}$ 1921.

Fig. 14. 13-årig tallplantering å Oxböle kronopark, Jämtland. Försöksytan 176. Vänstra delen å bilden, t. v. om mannen, avd. XVIII (frö från Haverö, Medelpad); högra delen avd. XIX (frö från Bispgården, Jämtland).

Plantation de pins, âgée de 13 ans. Champ d'essai 176 (62°59′ lat. N). À gauche, parcelle XVIII, (semences de Haverö, à 62°2′); à droite, parcelle XIX (semences de Bispgården, à 63°1′).

stånd ligga inom eller på gränsen till samma klimatzon (zon III) som skogsodlingsplatsen med undantag av avd. XVIII från Haverö, som torde ha ett bistrare klimat än Bispgårdens. Avd. XIX är belägen närmast den kvarstående skogskanten. Den har därför ej fått lika rikligt ljustillträde som de övriga, vilket torde något nedsatt plantornas tillväxt här. Annars hade säkerligen plantorna av hemortens frö blivit ännu större.

Bland skador å denna yta är främst att anteckna snöskytte, som härjat kraftigast i de sydländska avdelningarna.

Det framgår tydligt av tabell 8 att parcellerna med frö från Svärdsjö och Fagerberg i Dalarna samt Voxna, Haverö och Bispgården lyckats relativt bäst. Plantorna från dessa avdelningar äro avgjort rakast och längst. Härjämte har utgångsprocenten, om ock stor, varit minst inom dessa avdelningar. Å fig. 18 lämnas en grafisk framställning över procenten levande plantor av olika fröprovenienser, sammanslagna landskapsvis. Det uppenbart sämta resultatet ge alla plantorna från zon IV,

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{8}/_{9}$ 1921.

Fig. 15. 13-årig tallplantering å Oxböle kronopark, Jämtland. Försöksytan 176. T. v. om en linje från pålen till mannen å bilden avd. XVI (frö från östra Dalarna), t. h. om samma linje avd. XVII (frö från Voxna, Hälsingland).

Plantation de pins, âgée de 13 ans, à 62°59′ lat. N. À gauche du pieu, parcelle XVI (semences de 60°48′), à droite, parcelle XVII (semences de Voxna, à 61°21′).

sämst dock från Östergötlands slättbygd. Dalafröet har å denna framställning markerats tillhöra zon III, men det ena fröprovet är insamlat i zon IV, dock på gränsen till zon III. Procenten krokiga nu levande plantor är å denna ytserie av stort intresse. Plantorna från södra Sverige ha nämligen en krokighetsprocent av 50—80, men från södra Norrland blott 20—30. Dödlighetsprocenten har emellertid varit mycket större i de förra än i de senare, varför siffrorna äro något osäkra, men då det ej är troligt att de raka plantorna dött mera än de krokiga, snarare tvärtom, har det sydsvenska fröet gett upphov till avsevärt högre % krokiga individer.

Snöskyttet har härjat starkast i de sydsvenska avdelningarna, vilket bäst framgår vid jämförelse mellan utgångsprocenten 1914, 1919 och 1922.

I det följande angives denna för några typiska avdelningar.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{8}/_{9}$ 1921.

Fig. 16. 13-åriga planteringar å Oxböle kronopark, Jämtland. Försöksytan 176, avd. IX (frö från Kinne revir, Västergötland) i förgrunden. Alla plantor döda av snöskytte.

Plantations de pins, âgées de 13 ans, dans l'avant-plan. Tous les plants morts infectés par *Phacidium*. (Semences de Kinne à 58°39', les plantations situées à 62°59').

Avd.	Trakt	Utgångs % 1914	Utgångs % 1919	Utgångs % 1922
II	Vitthult, Sm.	40	72	79
VI	Ö. Holaveden, Sm.	50,4	77	88
X	Tiveden, Vg.	54,8	78,8	81,6
XVII	Voxna, Hls	54	54,8	60,8
XIX	Bispgården, Jtl.	54,4	56,1	61,6

I övrigt hänvisas också till tabell 21, där snöskyttets härjningar närmare framställts. Medan i de sydsvenska avdelningarna 70—80 % angripits eller dödats av snöskyttet, har i de syd- och mellannorrländska avdelningarna endast 30—40 % skadats härav.

Barråldern har i allmänhet befunnits vara i medeltal 3,5 år, för de tre avdelningarna med nordligaste fröet närmare 4 år.

* * *

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{8}/_{9}$ 1921.

Fig. 17. 13-årig tallplantering å Oxböle kronopark, Jämtland. Försöksytan 176, avd. IV—VI (frö från Småland). Tallarna ge en prägel av sydlig härkomst.
Plantation de pins, âgée de 13 ans, à 62°59′; semences de Småland. L'aspect des pins rappelle leur provenance du sud.

I samband med redogörelsen över ovannämnda yta å Oxböle kronopark meddelas här nedan också några siffror från en annan yta 177 å samma kronopark. Denna yta är anlagd för att studera förbandets inverkan för de skogsodlade beståndens utveckling. Som plantmaterial har här använts tallplantor, uppdragna av frö från Bjurfors, emedan av dessa plantor år 1911 fanns det rikaste förrådet i plantskolorna vid Bispgården. På den tiden hade man f. ö. ännu ej någon större tvekan om att frö från Västmanland ej skulle gå väl till i denna del av Jämtland. Planteringen skedde i juni 1911 med $^{2}/_{0}$ plantor i lika berett hygge som det, där ytan 176 är anlagd. Här användes även spettplanteringsmetoden. Ytans areal är 105×95 m, d. v. s. c:a 1 hektar. Den är delad i 3 avd. om $0{,}35 \times 0{,}95$ m vardera. De använda förbanden äro 1, 2 och 3 m kvadratförband. Som ett ytterligare bidrag till huru dessa plantor från Bjurfors gått till, meddelas några tal i vidstående tabell 7. Av särskilt

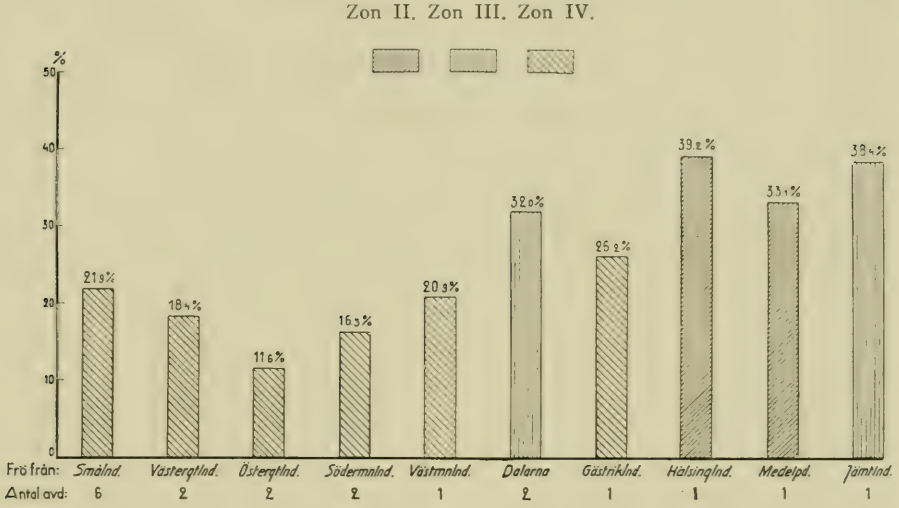


Fig. 18. Grafisk framställning över procenten levande plantor å försöksytan 176, Oxböle kronopark.

Représentation graphique du pourcent de plants vivants dans le champ d'essai 176, à 62°59′ lat. N. »Frö från» = Semences provenant de . . . (noms des différentes provinces). »Antal avd.» = Nombre des parcelles.

intresse är att se, hurusom procenten av snöskytteskadade plantor vid revisionen 1922 var störst i de tätaste kulturerna. Skadegörelsen av snöskytte är dock mycket större än denna tabell anger, då en stor del av de förut utdöda plantorna just strukit med av snöskytte.

Tab 7. **De 13-åriga tallplantornas utveckling å försöksytan 177 å Oxböle kronopark i Bispgårdens skolrevir, 62°59′, 310—315 m. ö. h. (zon III).**
Fröet till de utsatta plantorna skördat vid Bjurfors i Västmanland, 60°7′, 145 m. ö. h. (zon IV).
Le développement des jeunes pins de 13 ans à 62°59′ lat. N. à 310—315 m d'altitude (zone III).
Les semences des sujets plantés sont récoltées à 60°7′ lat. N. à 145 m d'altitude (zone IV).

Avd. N:r Parcelle N°	Förband Espacement	Per avd. utsatta plantor Nombre des sujets plantés par parcelle	Levande plantor 1914 Plants vivants en 1914			Levande plantor 1922 Plants vivants en 1922			Plantornas höjd i meter Hauteur des plants en mètres		Plantornas beskaffenhet 1922 États des plants en 1922		
			per avd. par parcelle	per har par har	%	per avd. par parcelle	per har par har	%	max. max.	med. moy.	utan anmärkning non défectueux	krokiga och (c) tortueux	snöskytteskadade endommagés par Ph. inf.
											%	%	%
I	1×1	3 325	1 158	3 483	38,4	797	2,397	24,0	3,24	1,63	25,4	64,0	64,4
II	2×2	799	264	794	33,3	244	134	30,5	3,05	1,54	42,2	45,5	45,5
III	3×3	352	145	436	40,9	110	331	31,3	3,20	1,54	40,0	33,2	33,6

Tab. 8—9. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N°	Frötets härstamning Provenance des semences					Antal utsatta planter Nombre des sujets plantés		
	Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Första kulturen Première plantation	Hjälpkulturen Plantation supplémentaire	Summa Total
	Försöksytan 176 vid Bispgården, Oxböle kronopark, 62°59′, 325—335 m ö. h. Zon III.							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	835	100	935
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	835	50	885
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	835	75	910
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	835	75	910
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	835	75	910
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	835	75	910
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	835	75	910
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	835	75	910
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	835	100	935
X	Tiveden	»	»	58°57′	135	835	75	910
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	835	75	910
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	835	75	910
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	835	100	935
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	835	75	910
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	668	75	743
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	668	75	743
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	668	75	743
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	668	75	743
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	668	75	743
	Försöksytan 178, Västbyns kronodomän, Frösön, 310 m ö. h. Zon II.							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	336	21	357
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	336	22	358
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	336	48	384
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	336	50	386
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	336	59	395
VI	Ö Holaveden	»	»	58°6′	150	336	32	368
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	336	54	390
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	336	90	426
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	336	81	417
X	Tiveden	»	»	58°57′	135	336	75	411
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	336	96	432
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	336	80	416
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	336	102	438
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	336	32	368
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	336	53	389
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	336	71	407
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	336	75	411
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	462	50	512
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	462	50	512

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » » »
[3] 1922 » skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

inom försöksytorna 176 och 178.
des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta. Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd. Hauteur des plants. m: 1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1] Max.	1919 Med. Moy.	1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2] Max.	1922 Med. Moy.	De levande plantornas beskaffenhet 1922. État en 1922 des plants vivants: Utan anmärkning. Non défectueux %	Krokiga. Tortueux %	Snöskyttesskadade. Infectés par *Phac.* %	Antal årsskott med friska barr 1922[3]. Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
(62°59′ lat. N. à 325—335 d'altitude)								
35,7	2,25	0,96	3,50	1,85	24,6	57,7	35,6	3,3
21,0	3,14	1,07	3,20	1,91	18,3	80,1	28,0	3,3
23,7	2,02	0,89	3,36	1,71	28,2	66,2	28,2	3,3
24,5	1,57	0,83	2,95	1,65	29,2	56,7	30,9	3,4
14,3	1,58	0,77	2,80	1,60	30,0	61,5	24,6	3,3
12,0	1,66	0,87	3,00	1,63	33,9	58,8	22,9	3,3
12,9	1,54	0,89	2,80	1,64	36,8	55,6	12,0	3,5
12,3	1,22	0,81	2,80	1,60	26,8	63,4	17,9	3,5
18,3	1,69	0,89	3,10	1,60	36,8	50,9	18,7	3,5
18,4	1,44	0,94	3,00	1,74	37,7	59,3	16,2	3,3
10,3	1,69	0,79	2,75	1,48	21,3	74,5	18,0	3,3
20,3	1,65	0,90	3,00	1,60	39,5	50,8	17,3	3,5
20,9	1,55	0,78	2,90	1,50	51,8	36,9	29,2	3,3
32,2	1,48	0,73	2,88	1,50	62,1	22,8	20,8	3,5
26,2	1,85	0,80	3,20	1,48	42,0	43,0	24,6	3,5
31,6	2,12	0,94	3,28	1,73	50,6	39,1	20,4	3,5
39,2	1,69	1,04	3,15	1,77	62,5	27,5	13,8	3,8
33,1	1,55	0,79	2,78	1,52	61,4	30,5	20,0	3,9
38,4	1,46	0,80	2,62	1,40	51,2	36,2	27,1	4,0
(63°13′ lat. N. à 310 m d'altitude).								
35,9	1,65	0,86	2,80	1,47	12,5	54,7	68,0	3,1
35,8	1,54	0,91	2,80	1,60	5,5	65,5	75,8	3,1
50,5	1,85	1,01	2,95	1,78	10,8	60,3	70,6	3,0
54,7	1,88	1,04	3,05	1,75	7,6	69,2	73,9	3,2
46,1	1,85	1,02	3,20	1,82	6,6	49,4	82,4	3,5
41,6	2,20	0,91	3,45	1,77	9,2	40,6	77,8	3,2
41,3	2,05	0,90	3,30	1,72	6,8	39,1	68,9	3,2
35,0	1,75	0,93	3,10	1,80	8,7	48,3	56,4	3,2
36,2	1,90	0,95	2,90	1,71	6,6	58,9	71,5	3,5
47,2	1,70	0,91	2,35	1,67	11,9	48,5	61,3	3,5
39,4	1,35	0,75	2,30	1,36	17,6	60,6	35,9	3,5
38,5	1,60	0,82	2,60	1,54	16,3	71,3	29,4	4,0
39,7	1,57	0,78	3,10	1,51	25,3	56,9	36,2	4,0
52,2	1,80	0,85	3,00	1,69	49,0	32,9	18,2	3,5
47,8	1,65	0,80	2,55	1,55	47,3	32,8	21,0	4,0
64,9	1,70	0,99	3,00	1,80	50,4	32,2	11,0	3,5
58,2	2,00	1,13	3,20	2,03	63,2	24,3	8,4	4,0
56,0	1,80	0,93	3,20	1,77	65,7	17,6	8,7	4,0
62,8	1,70	0,96	2,90	1,74	66,7	17,9	9,9	3,9

Mellan åren 1914 och 1922 ha inom de olika avdelningarna gått ut följande antal plantor

avd.	I	förband	1×1	361 eller	31 %
»	II	»	2×2	20 »	8 %
»	III	»	3×3	25 »	17 %

I huvudsak torde denna utgångsprocent få tillskrivas snöskyttets härjningar. Man kunde också enligt LINDBERGS (I och II) och WIBECKS (VII) åsikt tänka sig, att spettplanteringen varit en mer eller mindre direkt orsak till att plantorna mellan 6 och 13 år dött ut i så pass avsevärd grad. Att dock påtagligen utgångsprocenten är så mycket större i de tätaste kulturerna, liksom snöskyttet där nu härjar svårast, synes förf. dock tala för att dödsorsaken här varit en infektionssjukdom, d. v. s. snöskyttet, och ej spettplanteringen.

Försöksytan 178 i mellersta Jämtland (zon II).

Ytan är belägen i Frösö socken uti Storsjön å indr. militiebostället (kronoparken) Västbyns marker strax väster om landsvägen mellan Frösö läger och Rödösund (Östersunds revir) 310 m. ö. h. Den är utlagd i ett vintern 1910—1911 upptaget hygge i 200-årig tallskog av medelgod växtlighet med inblandning av gran. Hygget röjdes våren 1911 men brändes ej. Marken är jämn och frisk av typen svagt mossrik tallskog. Enbuskar förekommo strödda över ytan. Av ris voro *Calluna* och *Empetrum* glest strödda över hela ytan, *Myrtillus nigra* strödd och *Vaccinium vitis idæa* fläckvis ymnig. Bland mossarna *Hylocomium* ymnig.

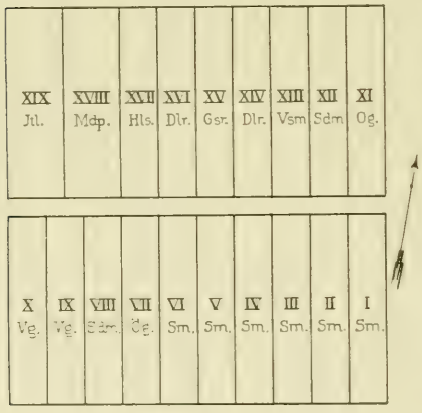


Fig. 19.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas belägenhet inom försöksytan 178 å Västbyns kronopark, Frösön, Jämtland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 178. Explication des abréviations sous fig. 2.

Försöksytan är nästan en kvadrat om 105 × 100 m och uppdelad i 19 avdelningar (se fig. 19). Planteringen ägde rum 29 maj 1911 i öppna gropar på 1,2 meters kvadratförband. Plantorna till försöket voro uppdragna i plantskolan i Bispgården. Våren 1913 hjälpplanterades samtliga avdelningar med $^2/_2$ plantor. Avd. III—V, VII—X, XIII och XIV hjälpplanterades fullständigt, de andra till hälften eller därutöver.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. SCHOTTE $^{12}/_{7}$ 1919.

Fig. 20. 11-årig plantering å Frösön, Jämtland. Försöksytan 178, avd. XIX (frö från Bispgården, Jämtland).

Plantation de pins, âgée de 11 ans, à Frösön, province de Jämtland. Semences de Bispgården, province de Jämtland.

Vid revision år 1913 funnos av de mera norrländska provenienserna följande procent plantor utgångna:

	Avd. XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
Utgångsprocent:	31	22	26	21	31	24	15

Det påtagligen bästa resultatet hade således erhållits med fröet från Bispgården.

Resultaten från revisionerna 1919 och 1922 återgivas i tabell 9. Ingen besvärande gräsväxt eller uppslag av björk eller dylikt har förekommit inom ytan. Vid revisionen 1919 antecknades rörande de då 10-åriga plantorna att alla avdelningarna, där sydsvensk tall försökts, hade krokiga och fula plantor med dålig växtkraft; däremot hade avdelningarna

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. H. Andrén, juli 1919.

Fig. 21. 10-åriga planteringar å Frösön, Jämtland, med frö från Voxna i Hälsingland. Försöksytan 178, avd. XVII.
Plantations de pins, âgées de 10 ans, à Frösön, 63°13′ lat. N. Semences de Voxna, à 61°21′.

med norrländskt frö ett frodigt utseende. I ytans södra del förefinnes en svacka i marken, som genomgår alla avdelningarna i ytans södra halva. I denna svacka ha plantorna inom därav berörda avdelningar gått dåligt till. Plantorna av sydsvenskt frö voro mycket angripna av snöskytte samt skadade av frost. — Barråldern inom samtliga avdelningar varierar mellan 3—4 år. —

Vid revisionen 1922 gjordes en del anteckningar om allmänna utseendet, varur här må anföras:

Avd.	I	(frö från	Kosta, Sm).	Plantorna krokiga, mycket angripna av snöskytte.
»	II	(»	» Vitthult »).	Dito dito
»	III	(»	» Remma »).	Dito dito
»	IV	(»	» Bottnaryd »).	Dito dito
»	V	(»	» Hässleby »).	Plantorna något mindre krokiga, mycket angripna av snöskytte.
	VI	(»	» O. Holaveden, Sm).	Plantorna något mindre krokiga, men svaga, mycket angripna av snöskytte.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. H. Andrén, juli 1919.

Fig. 22. 10-åriga planteringar å Frösön, Jämtland, med frö från Remma i Småland. Försöksytan 178, avd. III.
Plantations de pins, âgées de 10 ans, à Frösön, 63°13′ lat. N. Semences de Remma, à 61°21′.

Avd. VII (frö från Åtvidaberg, Ög). Plantorna dåliga, starkt angripna av tallskytte.
» VIII (» » Jönåker, Sdm). Plantorna dåliga och krokiga, starkt angripna av tallskytte.
» IX (» » Kinne, Vg). Plantorna synnerligen krokiga och gängliga, en av de sämsta avd.
» X (» » Tiveden, Vg). Plantorna krokiga.
» XI (» » Karlsby, Ög). » » en ringa procent av plantorna raka och felfria.
» XII (» » Skogshall, Sdm). Plantorna krokiga och stora. De döda ha haft snöskytte.
» XIII (» » Bjurfors, Vsm). Plantorna något mindre krokiga än å avd. XII. En del felfria plantor.
» XIV (» » Fagerberg, Dlr). Plantorna betydligt bättre än å föreg. avd. De torra ha haft snöskytte.
» XV (» » Hillevik, Gstr). Plantorna ganska krokiga, men ej så mycket angripna av snöskytte, men väl av tallskytte. De torra ha haft snöskytte.
» XVI (» » Svärdsjö, Dlr). Plantorna ej så krokiga, obetydligt med snöskytte, mera tallskytte.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. H. Andrén, juli 1919.

Fig. 23. 10-åriga planteringar å Frösön, Jämtland, med frö från Karlsby, Östergötland. Försöksytan 178, avd. XI.
Plantations de pins, âgées de 10 ans, à Frösön, 61°21′ lat. N. Semences de Karlsby, à 58°39′.

Avd. XVII (frö från Voxna, Hls). Plantorna ganska raka, obetydligt med snöskytte, mera tallskytte.
» XVIII (» » Haverö, Mpd). Dito dito.
» XIX (» » Bispgården, Jtl). Plantorna kraftiga, obetydligt med snöskytte, mera tallskytte.

Av denna beskrivning finna vi, att de sydsvenska tallarna mest angripits av snöskytte, vilket även framgår av tabell 21 om till däri angivna nu snöskadade plantor läggas de sedan 1919 döda plantorna, vilka i regel starkt lidit eller dött av snöskytte. Medan plantorna från södra Norrland ej lidit så mycket av snöskytte, ha de däremot något angripits av tallens vanliga skytte.

Tabell 9 ger ett klart vittnesbörd över fördelningen av krokiga stammar. Av nu kvarvarande plantor äro 40—70 % krokiga, därest fröet härstammar från södra Sverige, men t. ex. endast 18 % krokiga av frö från Bispgården och Haverö. Bästa resultatet har på alla sätt ernåtts med fröet från Voxna, Haverö och Bispgården.

Barråldern varierar inom de olika avdelningarna mellan 3—4 år.

Försöksytan 179 i mellersta Jämtland (zon II).

Ytan är belägen i Lits socken å Hårkaskogens kronopark intill landsvägen från Östersund och på denna vägs östra sida, cirka 6 km från Lits station (Östersunds revir) och 270 m. ö. h. Även för denna yta upptogs ett hygge vintern 1910—11 i medelålders tall av god växtlighet. Hygget röjdes i maj 1911, men brändes ej. Marken är jämn, svagt sluttande mot väster, samt med friskt, delvis något torrt läge. Vegetationen 1911 bestod av ymniga mossor (*Hylocomier*) och spridda fläckar med lavar (*Cladonier*). Risen bildade ett glest skikt: *Empetrum* e, *Lycopodium annotinum*, *clavatum* och *complanatum*, *Myrtillus nigra* och *Vaccinium vitis idæa*. Bland de enstaka örterna antecknades *Antennaria dioica* och *Linnæa borealis*. Ytan är omgiven av samma skog, som den avverkade, men på västra sidan om densamma löper närmast landsvägen till Östersund. Ytan bildar en rektangel om 190×55 m och är uppdelad i 19 skilda avdelningar (se fig. 24).

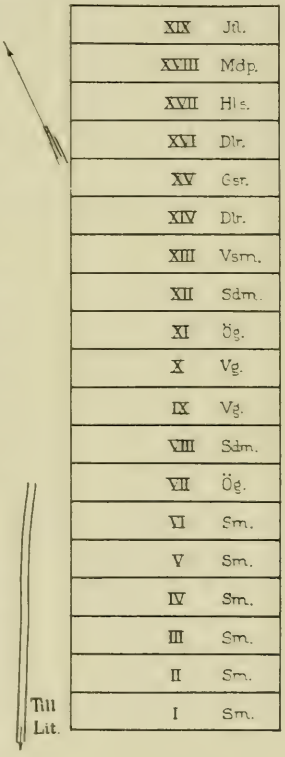


Fig. 24.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 179 å Hårkaskogens kronopark i Jämtland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 179. Explication des abréviations sous fig. 2.

Det för ytan avsedda plantmaterialet var uppdraget vid Bispgården (plantskolan D). Ytan planterades 1 juni 1911 i öppna gropar på 1,2 meters kvadratförband.

Vid revision 1913 av de avdelningar, som hade plantor av sydnorrländsk härkomst, erhölls följande utgångsprocent.

Avd.	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
Utgångsproc.	68	30	62	92	50	49	34

Även här hade plantorna från Bispgården (XIX) och Fagerberg (XIV) i Dlr (båda från zon III) rett sig bäst.

Vid revisionen 1919 visade det sig att ett synnerligen tätt björksly uppväxt på ytan och delvis kvävt plantorna. Där björken ej stått alltför tätt fanns då en ganska rik vegetation av *Epilobium angustifolium*, *Aira flexuosa* och *Astragalus alpinus*. Ris och mossor voro däremot mer sparsamma. Björken bortröjdes då liksom all riklig självsådd av tall och gran. Revisionsresultatet från de 10- och 13-åriga plantorna återfinnas i tabell 10.

Tab. 10—11. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N°	Frötets härstamning Provenance des semences					Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés		
	Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Första kulturen Première plantation	Hjälpkulturen Plantation supplémentaire	Summa Total
	Försöksytan 179, Hårkaskogens kronopark, 63°22′, 270 m ö. h. Zon II							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	368	75	443
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	368	37	405
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	368	52	420
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	368	50	418
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	368	59	427
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	368	50	418
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	368	75	443
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	368	82	450
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	368	83	451
X	Tiveden	»	»	58°57′	135	368	124	492
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	368	75	443
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	368	75	443
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	368	225	593
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	368	50	418
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	368	50	418
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	368	55	423
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	368	50	418
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	368	72	440
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	368	65	433
	Försöksytan 180, Renälandets kronopark, 64°1′, 320 m ö. h. Zon I							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	474	75	547
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	474	38	512
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	474	50	524
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	474	75	549
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	474	50	524
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	474	50	524
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	474	261	735
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	474	50	524
XV	Hillevik	IV	Gsr	60°48′	20	474	75	549
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	474	50	524
XVII	Voxna	II (III)	Hls	61°21′	200	474	50	524
XVIII	Haverö	»	Mdp	62°21′	265	474	50	524
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	474	50	524
XXII	Hamra	II	Dlr	61°47′	425	160	31	191
XXIV	Strömsund	I	Jtl	64°1′	320	160	29	189

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » » »
[3] 1922 års skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

inom försöksytorna 179 och 180.

des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd Hauteur des plants m				De levande plantornas beskaffenhet 1922 État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning Non défectueux	Krokiga Tortueux	Snöskyttesskadade Infectés par *Phac.*	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.	%	%	%	
(63°22′ lat. N. à 270 m d'altitude).								
18,1	1,04	0,52	1,35	0,70	46,3	35,0	22,5	3,2
20,0	0,90	0,48	1,46	0,63	54,3	38,3	2,5	3,0
30,5	1,00	0,57	2,08	0,88	53,9	23,4	14,8	3,2
23,4	1,05	0,54	1,71	0,80	44,9	39,8	6,1	3,5
15,7	0,94	0,53	1,57	0,81	46,3	34,3	1,5	3,0
12,4	1,07	0,45	1,95	0,78	48,1	46,2	5,8	3,5
15,6	1,15	0,49	1,64	0,79	43,4	33,3	4,3	3,0
14,0	0,90	0,53	1,75	0,87	49,2	33,4	4,8	3,5
20,8	1,12	0,50	1,72	0,85	37,2	42,6	1,1	3,3
21,7	1,00	0,53	1,88	0,91	56,1	23,4	3,7	3,0
12,4	1,00	0,41	1,74	0,57	60,0	30,9	1,8	3,8
25,3	0,90	0,46	1,42	0,74	63,4	17,9	3,6	3,8
29,2	1,00	0,45	1,43	0,75	71,7	17,3	1,2	3,8
46,9	1,10	0,54	1,77	0,92	67,3	23,9	3,1	4,0
36,1	0,86	0,53	1,70	0,83	72,2	18,5	1,3	3,5
44,0	1,20	0,52	2,08	0,82	78,0	14,6	1,1	4,0
49,8	1,08	0,60	1,85	0,95	76,9	18,3	6,3	4,0
45,9	1,13	0,62	1,89	1,00	80,2	12,4	5,9	4,0
60,7	1,30	0,65	2,20	1,05	83,4	11,0	3,0	4,0
(64°1′ lat. N. à 320 m d'altitude).								
12,2	1,08	0,49	1,31	0,58	3,0	95,5	1,5	4,0
5,3	1,05	0,50	1,18	0,58	—	96,3	—	4,0
10,3	1,07	0,50	1,57	0,78	7,4	90,8	18,5	4,0
19,9	1,05	0,48	1,39	0,80	2,8	90,8	27,5	4,0
4,4	0,95	0,41	1,30	0,72	8,7	82,6	34,8	4,0
9,7	0,95	0,47	1,68	0,81	3,9	86,3	41,2	4,0
24,1	0,90	0,47	1,44	0,82	14,7	67,8	27,1	4,0
26,3	1,25	0,53	1,66	0,92	18,8	50,8	35,5	4,0
14,6	1,06	0,50	1,74	0,87	22,5	63,8	28,8	4,0
17,9	1,05	0,51	1,92	0,89	23,4	54,2	19,1	4,0
18,9	1,06	0,48	1,60	0,86	24,2	47,5	11,1	4,0
27,1	1,20	0,53	1,38	0,85	19,7	47,2	12,7	4,0
51,9	1,50	0,57	2,28	0,89	24,6	34,2	18,4	4,0
46,1	1,01	0,51	1,25	0,79	18,2	33,0	31,8	4,0
61,9	0,85	0,56	1,40	0,94	40,2	18,0	7,7	4,0

Avdelningarna med sydsvenskt frö uppvisade redan 1919 plantor av ett tynande utseende och krokiga stammar. Ju mera hemortens klimat närmar sig skogsodlingsplatsens, desto bättre intryck gåvo dock plantorna.

Vid revisionen 1922 fanns åter ett rikt björkuppslag om $^1/_2$—1 meters höjd. Där detta ej ansågs särskilt hindrande för plantorna, fick det nu t. v. kvarstå. Vidare antecknades, att plantorna från avd. I—XI från södra Sverige voro särskilt dåliga, varefter en märkbar förbättring inträder.

Av tabell 10 framgår, att plantorna från Fagerberg (Dlr), Voxna, Haverö och Bispgården gått bäst till, d. v. s. de som härstamma från zon II och III. De tre sistnämnda ha minst skadats av snöskytte; se tabell 21.

Barråldern växlar mellan 3—4 år, den kortare åldern för de sydsvenska plantorna.

Försöksytan 180 i norra Jämtland (zon I).

Ytan är belägen i Ströms socken å Renålandets kronopark, en km västerut från sjön Renåvattnets norra ände. (Frostvikens revir) 320 m. ö. h. Denna yta är anlagd likaledes å ett nyupptaget hygge vintern 1910—1911. Det förutvarande beståndet utgjordes här av olikåldrig gran i åldern 150—250 år av medelgod växtlighet.

Marken är tämligen jämn och lutar svagt mot norr, läget är friskt. Markbetäckningen utgjordes av ymniga mossor, *Hylocomier*, och ymniga ris, *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idæa*, *Lycopodium clavatum* och *Linnæa borealis*. Örter förekomma enstaka — strödda: *Melampyrum*, *Mulgedium alpinum*, *Rubus idæus* och *Trientalis europæa*. Vidare rönnplantor.

Försöksytan bildar en kvadrat 95×95 m, uppdelad i 15 avdelningar (se fig. 25).

Planteringen utfördes 1911 med spettplantering om 1,2 meters kvadratförband. Plantorna voro för avd. I—VI, XIII—XIX uppdragna i Bispgården (Plantskolan D) men för avd. XXII och XXIV å Renålandet (Plantskolan E). Våren 1913 var utgångsprocenten för de mera norrländska plantorna:

Avd.	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XXII	XXIV
Utgångsprocent	55	50	62	62	81	67	24	20	18

Redan 2 år efter planteringen visade det sig alltså att endast kulturerna inom XIX (Haverö), XXII (Hamra) och XXIV (Gäddede) voro

någorlunda lyckade. Bäst var resultatet inom avd. XXIV med frö från Gäddede inom zon I, Hamra inom zon II och därnäst avd. XIX från Bispgården, zon III.

Samma vår eller $^{31}/_{5}$ och $^{1}/_{6}$ hjälpplanterades samtliga avdelningar. Härvid användes $^{2}/_{2}$ tallplantor från Bispgården samt $^{4}/_{0}$ tallplantor från Renålandet. Plantorna räckte endast till för fullständig hjälpplantering av avd. XIII, XXII och XXIV. Övriga parceller blevo nu ibättrade till ungefär en fjärdedel.

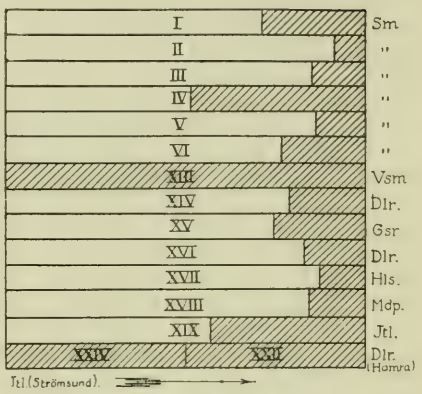


Fig. 25.

Karta utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 180 å Renålandets kronopark i norra Jämtland. Skala 1:2000 Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats. De streckade områdena visa de delar av ytan, som hjälpplanterades 1913.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 180. Explication des abréviations sous-fig. 2. Les parties striées indiquent les plantations supplémentaires faites en 1913.

Vid revisionen i juli 1919 befanns hygget i huvudsak vara beväxt med *Aira flexuosa* samt fläckvis med hallon. Något björk och rönn hade ävenledes uppkommit. Plantorna på hela ytan voro svårt misshandlade av tjäder. På de allra flesta plantor voro skotten avbitna. De nya skott, som på våren utväxa, avbitas följande vinter. På en del plantor stodo stammarna nästan kala och med torra toppar. Plantornas krokiga och fula växtform får i huvudsak tillskrivas den misshandel, de sålunda varit utsatta för år efter år.

Vid revisionen i juli 1922 voro plantorna på avd. I—VI från Småland och XV från Hillevik i Gästrikland mycket dåliga; nästan alla utgångna och de kvarlevande mycket krokiga. Avd. XIII—XIV och XVI—XVIII voro något bättre, men avd. XXII och XXIV de bästa, d. v. s. de från Hamra och från Gäddede. Fortfarande har dock tjädern härjat, det är endast ett fåtal plantor, som ej skadats av densamma. Att tjädern varit så svår här får kanske ses mot bakgrunden av att försöksytan ligger i jämtländska granområdet, där det är ont om tall, varför tjädern funnit försöksytans plantor som riktiga läckerbitar. Härjämte har snöskyttet åstadkommit svåra härjningar, särskilt i de sydsvenska avdelningarna, medan plantorna från Voxna, Medelpad, Bispgården och Hamra lidit mindre och de från Gäddede knappast alls. Barråldern har för samtliga avdelningar angivits till 4 år. Om således tallkulturen är i stort sett helt misslyckad, har hygget däremot blivit rikligt försett med små mycket vackra granplantor. Detta är samma företeelse som närmare kommer att bliva behandlad under »Några norrländska skogsföryngringsproblem II». Försöksytan är emellertid nu nedlagd.

Försöksytan 181 i Västerbotten (Zon II).

Ytan är anlagd i Degerfors socken å Svartbergets försökspark 5 à 600 m norr om kronotorpet Åheden, (Degerfors revir). Ytserien, som är

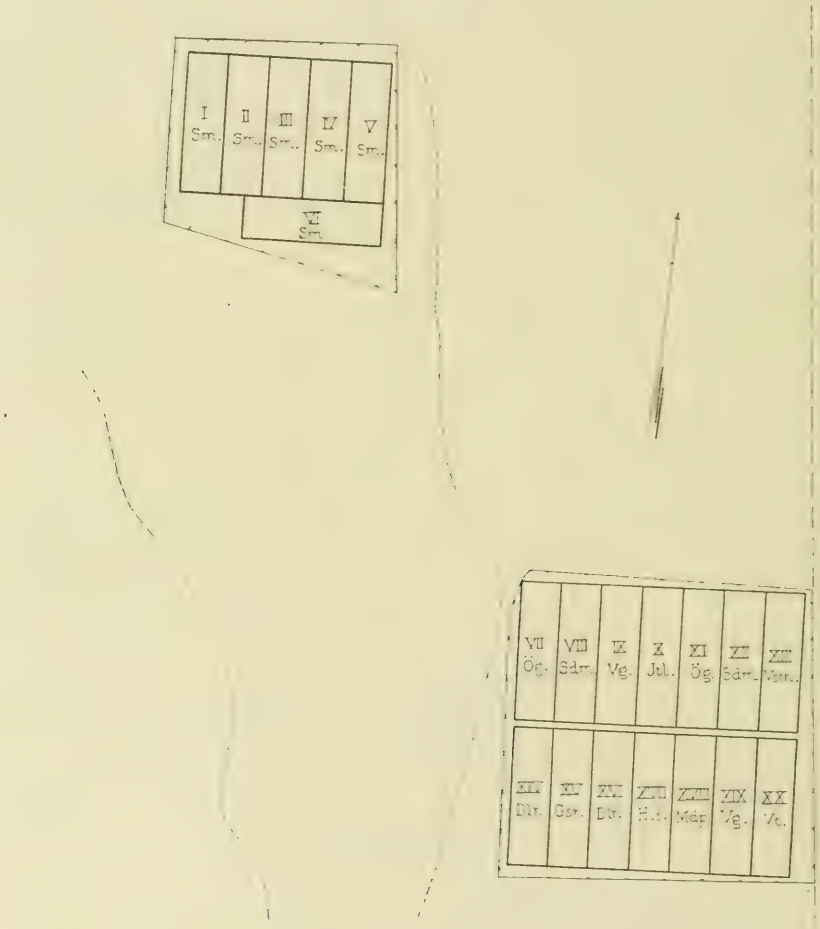
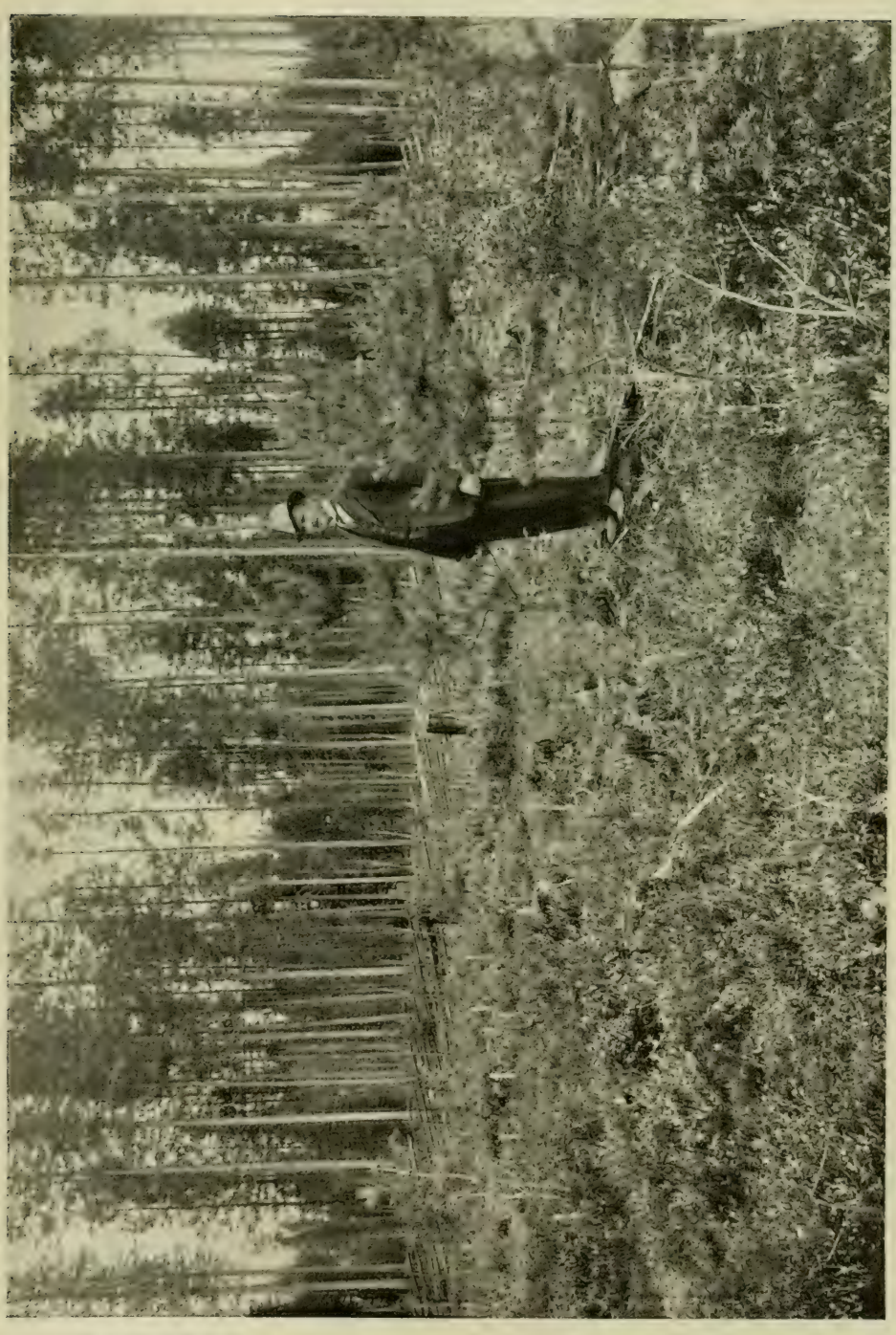


Fig. 26. Karta utvisande de olika avdelningarna och gruppernas inbördes belägenhet inom försöksytan 181 å Svartbergets försökspark i Västerbotten. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka fröet insamlats. Skala 1:2000.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 181. Explication des abréviations sous fig. 2.

belägen ungefär 175 m över havet, är fördelad i två komplexer, den nedre belägen öster om och den övre väster om en från nämnda torp mot norr ledande skogsväg. Det övre komplexet består av 6 avdelningar, det nedre av 14 avdelningar. Varje avdelning är 4 ar, vadan försökserien endast omfattar en areal av 0,80 hektar (se fig. 26). Marken



Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte 30/7 1922.

Fig. 27. 14 åriga tallplantor å försöksserien 181. Svartbergets försökspark. Till vänster avd. IX med frö från Kinne revir, Västergötland, till höger avd. X med frö från Bispgården, Jämtland.
Pins de 14 ans, cultivés à Svartberget, 64°14′ lat. N. À gauche, semences de Kinne (58°39′), à droite, semences de Bispgården (63°1′).

a *b*

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. SCHOTTE $^{30}/_{7}$ 1922.

Fig. 28. 14-åriga tallplantor å försöksserien 181, Svartbergets försökspark, Västerbotten. Till vänster (*a*) avd. XIX med frö från Tiveden, Västergötland, till höger (*b*) avd. XVIII med frö från Haverö, Medelpad. Mannen å bilden står i gränsen mellan de båda avdelningarna.

Pins de 14 ans, cultivés à Svartberget (64°14′). À gauche (*a*) semences de Tiveden (58°57′), a droite (*b*) semences de Haverö (62°21′).

är jämn med svag lutning mot söder och läget friskt. Våren 1911 antecknades den torftiga vegetationen av ymniga mossor, *Hylocomium parietinum*, strödda-rikliga ris, *Myrtillus nigra* och *Vaccinium vitis idæa* samt sterila gräs, *Aira flexuosa*.

A de båda ytorna avverkades skogen, som utgjordes av cirka 130-årig tallskog, i mars 1910. Ytorna risbrändes den 12 maj 1911. Omedelbart före planteringen röjdes ytorna från en del kvarliggande kolnade grenar och stockar. Planteringen utfördes 26—31 maj 1911 med $^{2}/_{0}$-åriga tallplantor, vilka uppdragits vid Hällnäs skogsskola (Plantskolan F). Plantorna utsattes genom spettplantering på 1,2 m.s kvadratförband. I varje avdelning utsattes 9 rader plantor med tillsammans 279 plantor pr avd.

Hjälpplantering skedde den 28 maj 1913 med $^{2}/_{2}$ tallplantor, omskolade vid Hällnäs. Endast en del av de olika avdelningarna kunde dock

hjälpplanteras, emedan det härför avsedda plantmaterialet delvis förstördes under vintern 1912—1913.

Vid revision 1913 av blott de nordligaste provenienserna visade sig utgångsprocenten på vissa avdelningar redan vara mycket stor.

Avd.:	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XX
Utgångsprocent:	60	48	40	25	32	35	39

Fördelningen av plantorna mellan avd. XVII och XVIII är något osäker, ty i aug. 1910 var etiketten mellan dessa båda avdelningar i Hällnäs plantskola bortkommen.

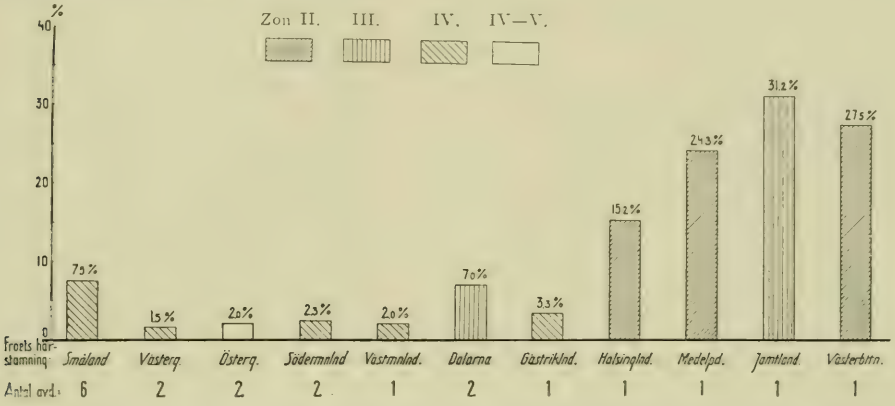


Fig. 29. Grafisk framställning över procenten levande plantor inom de olika avdelningarna av försöksytan 181 å Svartbergets försökspark, Västerbotten.

Représentation graphique du pourcent de plants vivants dans les différentes parcelles du champ d'essai 181 à Svartberget. Voir l'explication sous fig. 18.

Den första fullständiga revisionen av ytorna skedde den 31 juli 1918, vid vilken tid sista årsskottet medräknades och plantorna således bestämdes till 10 år. Andra revisionen ägde rum 29 juli 1922 utan medräknande av sista årsskottet för att få full jämförelse med andra ytor i denna undersökningsserie. Resultaten återfinnas i tabell 12. Någorlunda gott resultat från planteringen är endast att anteckna från avd. XVIII, fig. 28 (frö från Haverö), från avd. X (frö från Bispgården, fig. 27; etiketteringen är på denna yta påtagligen förväxlad med avd. XIX) och avd. XX (frö från Hällnäs). Plantorna å dessa avdelningar äro också avsevärt rakare än de sydsvenska. I tabell 12 angivas sålunda procenten krokiga plantor för dessa från i allm. 50—88 %, medan plantorna från Haverö har 48,7 %, från Bispgården 32,3 % och från Hällnäs 30,8 % krogiga individer. I grafisk form belyses procenten levande plantor inom de olika avdelningarna å fig. 29. Med olika beteckningar angivas där de temperaturzoner, från vilka fröet hämtats.

Snöskyttet har i denna ytserie härjat svårt, i synnerhet i de syd-

Tab. 12 och 13. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N	Trakt Localité	Fröets härstamning Provenance des semences: Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés: Första kulturen Première plantation	Hjälpkulturen Plantation supplémentaire	Summa Total
	Försöksytan 181 å Svartbergets kronopark, 64°14′, 175 m ö. h. Zon II							
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	279	34	313
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	279	20	299
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	279	6	285
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	279	26	305
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	279	59	338
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	279	30	309
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	279	16	295
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	279	48	327
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	279	33	312
XIX	Tiveden	»	»	58°57′	135	279	11	290
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	279	27	306
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	279	47	326
XIII	Bjurfors	»(III)	Vsm	60°7′	145	279	76	355
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	279	134	413
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	279	112	391
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	279	54	333
XVII	Voxna	II(III)	Hls	61°21′	200	279	89	368
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	279	25	304
X	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	279	48	327
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	279	63	342
	Försöksytan 182 å Bockens kronopark, 64°35′, 300 m ö. h. Zon II							
I	Kosta	IV	Sm	6°53′—50′	208—229	—	—	485
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	—	—	468
III	Remma	—	—	57°36′	208—223	—	—	470
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	—	—	460
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	—	—	452
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	—	—	471
VII	Åtvidaberg	»	Ög	58°16′	104	—	—	464
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	—	—	493
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	—	—	479
XX	Tiveden	»	»	58°57′	135	—	—	463
XI	Karlsby	»	Ög	58°39′	119	—	—	461
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	—	—	470
XIII	Bjurfors	»(III)	Vsm	60°71′	145	—	—	478
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	—	—	482
XVI	Svärdsjö	IV	»	60°48′	170	—	—	478
XVII	Voxna	II(III)	Hls	61°21′	200	—	—	482
XVIII	Haverö	»	Mdp	62°21′	265	—	—	486
X	Hällnäs	»	Vb	64°21′	185	—	—	416

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » »
[3] 1922 års skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

inom försöksytorna 181 och 182.

des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd Hauteur des plants m				De levande plantornas beskaffenhet 1922 État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning Non défectueux	Krokiga Tortueux	Snöskyttesskadade Infectés par *Phac.*	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.	%	%	%	
(64°14′ lat. N. à 175 m d'altitude).								
5,8	0,93	0,49	1,62	0,95	22,2	61,1	72,2	3,5
10,4	1,36	0,52	2,08	0,99	19,4	74,2	64,5	3,0
12,6	1,48	0,61	3,10	1,25	16,7	69,4	50,0	3,5
7,9	1,35	0,63	2,34	1,20	20,8	54,1	70,8	3,7
5,3	1,35	0,52	2,49	1,13	5,6	66,7	72,2	3,0
3,9	1,32	0,52	2,20	1,39	41,7	50,0	25,0	3,0
2,7	1,04	0,56	1,72	1,02	50,0	50,0	37,5	3,7
1,8	1,12	0,55	1,83	1,27	83,3	16,7	16,7	3,0
1,9	1,20	0,66	1,96	1,01	16,7	83,4	16,7	3,7
1,0	1,40	0,73	1,40	1,44	33,3	66,7	33,3	3,0
1,3	0,86	0,47	1,15	1,07	25,0	50,0	75,0	3,5
2,8	1,16	0,52	2,25	1,16	44,4	55,5	44,4	3,7
2,0	1,26	0,58	1,46	1,04	42,9	57,2	28,6	3,7
6,5	1,40	0,90	2,60	1,70	37,0	59,2	11,1	3,7
3,3	1,75	0,89	2,65	1,79	38,5	61,6	15,4	4,0
7,5	1,47	0,88	2,72	1,67	12,0	88,0	12,0	4,0
15,2	1,61	0,94	2,70	1,79	39,3	60,8	16,1	3,5
24,3	1,66	0,92	3,04	1,82	41,9	48,7	20,3	3,5
31,2	1,31	0,77	2,30	1,45	60,8	32,3	13,7	4,0
27,5	1,37	0,71	2,95	1,28	46,8	30,8	38,3	4,0
(64°35′ lat. N. à 300 m d'altitude).								
6,8	0,93	0,46	1,42	0,76	6,1	91,0	51,5	3,5
6,6	1,20	0,48	1,95	0,85	9,7	90,3	32,3	4,0
10,0	1,00	0,43	1,72	0,97	8,5	89,4	57,4	3,5
16,7	1,00	0,46	1,50	0,73	9,1	84,4	50,6	4,0
14,4	0,93	0,46	1,72	0,92	20,0	66,1	44,6	4,0
9,6	1,10	0,47	1,90	0,82	28,9	60,0	37,8	4,0
7,5	1,15	0,48	1,61	0,76	34,3	62,9	31,4	4,0
13,8	1,30	0,53	1,52	0,89	10,3	80,9	48,5	3,7
18,8	1,10	0,49	1,87	0,87	26,7	65,9	24,4	3,5
9,5	1,35	0,55	2,20	1,00	36,4	59,1	34,1	3,7
3,5	1,00	0,45	1,45	0,55	18,8	68,8	31,3	4,0
4,3	0,89	0,44	1,35	0,78	20,0	80,0	40,0	4,0
6,5	1,22	0,68	2,00	1,15	32,3	64,5	41,9	4,0
17,2	2,00	0,81	3,80	1,28	30,1	68,7	28,9	3,7
21,5	1,70	0,77	2,00	1,26	44,7	51,5	15,5	4,0
41,7	1,30	0,70	2,17	1,22	52,2	39,3	25,4	3,7
50,6	1,75	0,75	2,18	1,26	55,3	34,6	28,9	4,0
73,1	1,50	0,62	2,25	0,96	81,9	13,2	8,9	4,0

svenska avdelningarna, men även i de norrländska har snöskyttet tilltagit senaste åren (jämför tabell 21).

Barråldern växlar för olika avdelningar mellan 3—4 år.

Försöksytan 182 i Lappland (Zon II).

Ytan är belägen i Lycksele socken å kronoparken Bocken 4 km ostsydost om Lycksele kyrkoby (Norra Lycksele revir). Den är anlagd å västligaste delen av den stora sannolikt år 1902 genom skogseld uppkomna Bäckmyrsbränan. Försöksytan ligger ungefär 300 m över havet och utgör en rektangulär figur om 1,4 hektar (192 × 75,3 m). Den är uppdelad i 20 parceller om vardera 7 ar (36,7 × 19,2 m). Mellan de båda raderna avdelningar finnes en oplanterad 2 m bred remsa (se i övrigt kartan å fig. 30). I närheten av ytans västra sida finnes äldre skog av tall och gran, i övrigt är ytan omgiven av brandfält. Marken är frisk. Överst är antecknat 2 cm förna och humus samt 8—20 cm blekjord ovan morängruset. Vegetationen var 1911 karakteriserad av brännmossor med en tilltagande bärris- och gräsvegetation. Vidare funnos en del uppslag av asp och björk.

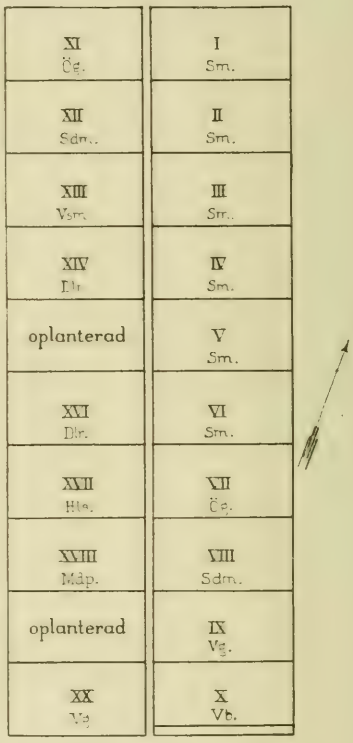


Fig. 30.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 182 å Bockens kronopark i Lappland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 182. Explication des abréviations sous fig. 2.

Planteringen utfördes 2—8 juni 1911 med $^2/_0$-åriga plantor genom spettplantering på 1,2 m:s kvadratförband. Till avd. I, III—IX togos plantorna från Bispgården och till de övriga avd. II, X—XIV, XVI—XVIII och XX från Hällnäs. Avd. XV och XIX blevo aldrig planterade och för avd. X räckte plantorna endast till 14 plantrader, mot 16 i övriga avdelningar. De från Bispgården sända plantorna hade under transporten skjutit långa skott, vilka efter utplanteringen sågo vissna ut. Plantorna voro för övrigt kraftiga och hade gott om knoppar nedom det i förtid utvecklade toppskottet, varför de ej kasserades vid utplanteringen. Av de vid planteringen överblivna plantorna blevo cirka 150 stycken av varje sort utom n:r XX omskolade i Lycksele (N. Lycksele revir) för användning till hjälpplantering. Denna utfördes i juni 1913. År 1914, närmare bestämt 20—21 juli, nedsattes tjärade pinnar i närheten av varje

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{7}/_{7}$ 1919.

Fig. 31. 11-årig tallplantering å Alträsk kronopark, Norrbotten. Försöksytan 232, avd. XXIII, (frö från Torneå, Norrbotten). Synnerligen vacker och vällyckad skogsodling.
Plantation de pins, âgée de 11 ans, à Alträsk (65°47′ lat. N). Semences de Torneå (66°1′).

planta. Vid denna förrättning antecknades att plantorna voro bäst inom parcellerna XIV—XIX och X. Inom avd. XX hade de till stor del gått ut. Även för denna försöksyta bör antecknas, att fördelningen av plantorna till parcellerna XVII och XVIII ej är absolut pålitlig, sedan etiketten mellan dessa båda avdelningar kommit bort i Hällnäs. Likaledes har uppenbart en förväxling ägt rum mellan parcellerna X och XX.

Från de båda revisionerna 1919 och 1922 återgivas i sammandrag en del siffror i tabell 13. Härav framgår, att det bästa resultatet erhållits

Tab. 14. **Plantornas utveckling inom försöksytan 232**
Le développement des plants à (Zon III)

Avd. n:r Parcelle N°	Frötets härstamning Provenance des semences — Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	502
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	500
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	500
IV	Bottnaryd	»	»	57°36′	220	500
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	500
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	500
VII	Åtvidaberg	»	Og	58°16′	104	500
VIII	Jönåker	»	Sdm	58°50′	48	500
IX	Kinne	»	Vg	58°39′	55	500
XI	Karlsby	»	Og	58°39′	119	500
XII	Skogshall	»	Sdm	59°13′	59	500
XIII	Bjurfors	» (III)	Vsm	60°7′	145	500
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	500
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	500
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	500
XVII	Voxna	II III	Hls	61°21′	200	500
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	350
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	500
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	500
XXI	Piteå	III	Nb	65°20′	200—220	500
XXIII	Torneå	II	»	66°1′	50	500

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » » »
[3] 1922 » skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

av plantorna från Hällnäs. Att dessa ej också ha största höjden får närmast tillskrivas belägenheten av avd. X närmast mot skogskanten. Relativt goda resultat ha också erhållits med frön från Voxna och Haverö, båda belägna inom zon II liksom planteringsfältet. Av fröpartierna från zon IV ha praktiskt sett nästan alla plantor dött; endast från Svärdsjö i Dalarna finnas ännu en del någorlunda goda plantor kvar.

Plantorna från Hällnäs utmärka sig för sin rakvuxenhet. Av tabell 13 framgår att endast 13,2 % av plantorna därifrån angivits som mer eller mindre krokiga, medan avdelningen med frö från zon IV ha 51—91 % krokiga plantor. Voxna- och Haverö-plantorna bilda en övergång mellan dessa och Hällnäs-plantorna med respektive 39,3 och 34,6 % krokiga plantor. Snöskyttet har härjat svårt även i denna yta. Endast plantorna från Hällnäs ha stått sig utmärkt. Barråldern växlar mellan 3,5—4 år.

å **Brännbergstraktens (Alträsk) kronopark**, 65°47′, 120 m ö. h.
65°47′ lat. N. à 120 m d'altitude.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta. Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd. Hauteur des plants. m				De levande plantornas beskaffenhet 1922. État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3]. Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning. Non défectueux %	Krokiga. Tortueux %	Snöskyttesskadade. Infectés par *Phac.* %	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.				
15,1	0,93	0,50	2,35	0,99	3,9	18,4	96,1	3,0
14,0	1,20	0,60	1,98	0,97	21,4	31,4	78,6	3,0
21,0	1,15	0,62	1,92	1,19	2,9	19,0	97,1	3,0
18,6	1,20	0,53	1,98	1,00	12,9	26,9	87,1	3,0
12,6	1,25	0,51	1,65	0,93	7,9	28,6	90,5	3,0
9,0	0,84	0,37	1,95	0,86	6,7	24,4	86,7	3,0
16,6	0,89	0,46	1,75	0,89	21,7	16,9	77,1	3,0
17,8	1,23	0,47	1,95	0,88	21,3	18,0	74,2	3,0
18,6	1,21	0,46	2,00	0,86	10,8	24,8	86,0	3,0
14,0	1,00	0,45	1,71	0,85	17,1	14,3	82,9	3,0
16,8	1,00	0,54	1,80	0,98	2,4	26,2	97,6	3,0
31,4	1,14	0,61	2,20	1,22	2,5	15,9	97,5	3,0
39,6	1,10	0,58	2,10	1,18	1,5	11,6	98,5	3,0
25,6	1,21	0,57	2,40	1,13	18,0	27,3	78,1	3,5
46,8	1,18	0,59	2,05	1,00	21,4	21,4	76,9	4,0
55,4	1,23	0,56	2,29	1,06	24,5	10,8	75,1	4,5
63,4	1,18	0,46	2,10	0,94	27,0	7,2	70,7	3,5
62,2	1,27	0,52	2,45	0,97	15,4	11,9	83,6	3,5
78,8	1,23	0,56	2,30	1,03	45,9	4,3	51,8	4,0
81,8	1,30	0,53	2,20	0,99	58,2	3,7	40,3	4,0
82,4	1,15	0,53	2,20	1,06	52,2	5,1	46,1	4,3

Försöksytan 232 i Norrbotten. (Zon III.)

Ytan är belägen i Över-Luleå socken å Alträsks (Brännbergstraktens) kronopark cirka 1 km norr om kronojägarebostället Fagervik och 120 m. ö. h. Den är utstakad år 1910 i en äldre mossrik tallskog av god typ och växtlighet. Området kalavverkades vintern 1910—1911. Ytan bildar en stor rektangulär figur 179,8 m lång och 97,6 m bred, inom vilken 21 avdelningar finnas ordnade i 3 rader (se kartan, fig. 32). De olika raderna äro skilda åt genom 2 m breda mellangångar, som ej planterats.

Planteringen ägde rum i juni 1912 med $\frac{2}{0}$-åriga plantor, som uppdragits i plantskolan vid Fagerviks kronojägarboställe. Plantorna utsattes genom spettplantering med fylljord av humusrik dikesjord på 1,2 m:s kvadratförband.

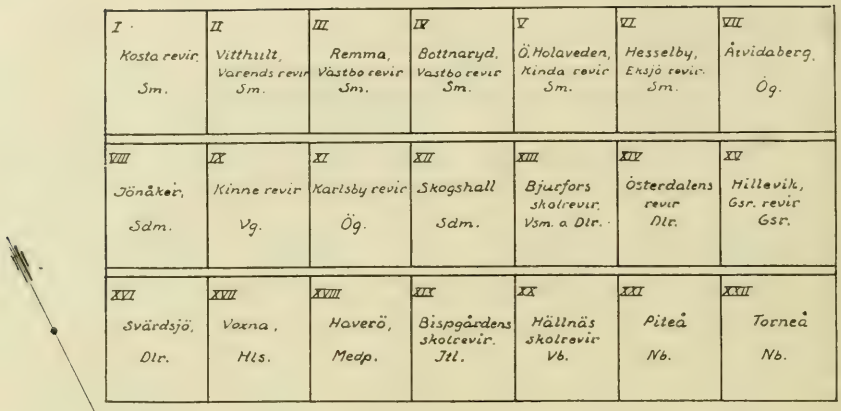


Fig. 32. Karta, utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 232 å Alträsk (Brännbergstraktens) kronopark. Skala 1:2000.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 232.

En första revision av ytan verkställdes 21 juni 1913, varifrån WIBECK (II) publicerat resultaten. Ordnas de då erhållna procenterna döda plantor efter här gjord zonindelning erhålles följande belysande siffror.

Avd.		zon			
I	zon	IV	.....	16 %	
II	»	IV	.....	51 %	
III	»	IV	.....	28 %	
IV	»	IV	.....	39 %	
V	»	IV	.....	59 %	
VI	»	IV	.....	60 %	
VII	»	IV—V	.....	41 %	43 %
VIII	»	IV	.....	49 %	
IX	»	IV	.....	57 %	
XI	»	IV	.....	49 %	
XII	»	IV	.....	42 %	
XIII	»	IV	.....	34 %	
XV	»	IV	.....	50 %	
XVI	»	IV	.....	20 %	

Avd.		zon			
XIV	zon	III	.....	32 %	
XVII	»	III—II	.....	21 %	19 %
XIX	»	III	.....	14 %	
XXI	»	III	.....	10 %	
XVIII	»	II	.....	11 %	
XX	»	II	.....	10 %	10 %
XXIII	»	II	.....	8 %	

Vi finna således att av de olika fröpartierna redan året efter planteringen ha de 3-åriga plantorna, därest fröet härstammat från zon IV, dött ut med 43 %, från zon III med 19 % och från zon II med 10 %. Skogsodlingsplatsen är visserligen angiven ligga inom zon III men i en nordlig del av densamma.

Sedermera verkställdes revision 27—28 juni 1916, varvid plantornas längd första gången uppmättes. Härvid antecknades att plantorna synbarligen varit utsatta för bett av hare och möjligen även skogsfågel. Härigenom hade uppstått stor procent buskiga plantor. Snöskytte observerades ej då i någon betydligare grad. De nordsvenska plantorna hade genomgående en mera frisk, mörk grön färg än de från sydligare breddgrad. Å hygget hade redan nu gräs (*Aira flexuosa*) vunnit en domine-

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. SCHOTTE 7/7 1919.

Fig. 33. 11-årig plantering å Alträsk kronopark, Norrbotten. Försöksytan 232, avd. XIII (frö från Bjurfors, Västmanland; alla plantor snöskyttade utom 5, som äro självsådda).

Plantation de pins, âgée de 11 ans, à Alträsk (65°47' lat. N). Semences de Bjurfors (60°71'). Tous les plants attaqués par le *Phacidium* à l'exception de 5 qui sont venus spontanément.

nerande utbredning, varjämte en myckenhet av björk och aspsly förekom. Detta bortklipptes vid revisionen.

Andra fullständiga revisionen verkställdes 17 juli 1919, varvid sista årsskottet dock ej medräknades och på lika sätt skedde tredje revisionen den 30—31 juli 1922. De viktigare talen från dessa uppmätningar återfinnas i tabell 14. År 1919 fanns en myckenhet självsådda plantor av tall, gran, björk och sälg, som uppprycktes, varjämte stubbskott av björk borthöggos. Vid revision 1922 funnos åter självsådda plantor, som uppprycktes. Röjning av lövbuskar företogs däremot endast på de ställen, där de verkade direkt hindrande på plantorna.

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte 7/7 1919.

Fig. 34. 11-årig tallplantering å Alträsk kronopark, Norrbotten. Försöksytan 232, avd. III (frö från Remma, Småland. Samtliga plantor angripna av snöskytte. Befintliga friska plantor äro självsådda).

Plantation de pins, âgée de 11 ans, à Alträsk (65°47′ lat. N). Semences de Remma (57°36′). Tous les plants attaqués par le *Phacidium*. Les plants sains qui s'y trouvent sont venus spontanément.

Av tabell 14 finna vi att fröet från Hällnäs, Piteå och Torneå lämnat mycket gott resultat. Detsamma skulle också varit fallet med fröet från Voxna, Haverö och Bispgården, därest plantorna från dessa trakter ej i så hög grad angripits av snöskyttet.

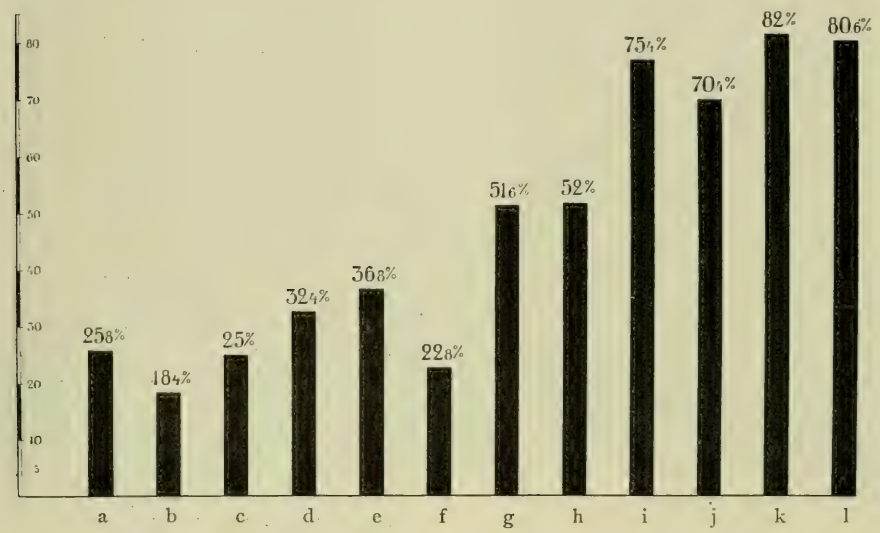
När plantorna voro 10 år gamla funnos emellertid ovanligt många exemplar i livet från södra Sverige (se fig. 35) och i avsevärt större grad än på de andra norrländska planteringsfälten. Detta finner emellertid sin naturliga förklaring däruti att ytan 232 ligger inom ett varmare vegetationsbälte i Norrbotten, som kunnat hänföras till zon III. Inom denna försöksyta äro plantorna i stort sett också mindre krokiga än

inom andra norrländska ytor, men även härvid framträda plantorna från zon II och III som de bästa (se tabell 14).

Barråldern har angivits till växlande tal mellan 3 och 4,5 år.

Försöksytan 221 i Lappland. (Zon I.)

Ytan är belägen i Gällivare socken å Kavahedens överloppsmark, 6 km öster om Gällivare invid och strax söder om landsvägen Gällivare—Vittangi, c:a 2 km innan landsvägen på bro överskrider Linaälven och 310



a. Frö från Småland (6 avd.) IV
b. » » Östergötland (2 avd.) IV o. V
c. » » Södermanland (2 avd.) IV
d. » » Västergötland IV
e. » » Västmanland III—IV
f. » » Gästrikland IV
g. Frö från Dalarna (2 avd.) III och IV
h. » » Hälsingland II—III
i. » » Medelpad II
j. » » Jämtland III
k. » » Västerbotten II
l. » » Norrbotten (2 avd.) II och III.

Fig. 35. Grafisk framställning, utvisande kvarstående levande 10-åriga plantor av olika provenienser å försöksytan 232 å Alträsk (Brännbergstraktens) kronopark. De romerska siffrorna hänvisa till de i fig. 1 angivna klimatzonerna.

Représentation graphique des nombres pourcent de plants de provenance différente encore en vie après 10 ans dans les cultures à Alträsk, 65°47′ lat. N. Les chiffres romains indiquent les zones climatiques (voir fig. 1) d'où proviennent les différentes semences.

m ö. h. När ytan 1912 anlades, bestod trakten av gles, starkt avverkad tallhed, och markvegetationen utgjordes av:

Strödda—rikliga ris: *Calluna vulgaris* (e—s), *Empetrum nigrum* (s), *Lycopodium complanatum f. cyparissias* (s), *Myrtillus nigra* (s), *Vaccinium vitis idæa* (s—r).

Lavar rikliga: *Cladina silvatica*, *Cladonia-arter* (s), *Nephroma arcticum* (t).

Gräs och örter enstaka till fläckvis strödda: *Aira flexuosa* (e) och *Epilobium angustifolium* (fläckvis s).

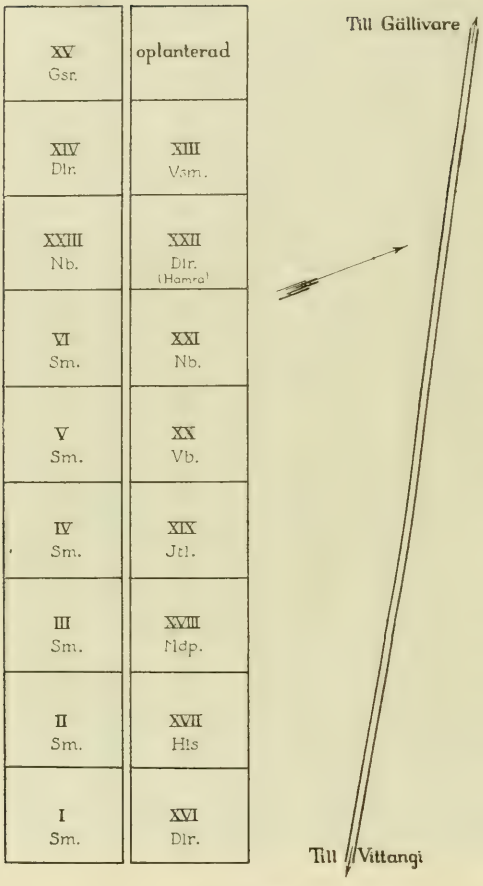


Fig. 36.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 221 å Kavahedens överloppsmark i norra Lappland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 221. Explication des abréviations sous fig. 2.

Ytan bildar en rektangel 226,8 m lång och 64,4 m bred och är uppdelad i 18 avdelningar, placerade i 2 rader med ett 2 m brett mellanrum längs ytans mitt (se fig. 36). Samtliga avdelningar äro 31,2 × 25,2 m, och i varje parcell har det blivit plats för 500 plantor i 20 rader på 1,2 m förband. Den nordvästligaste parcellen är emellertid ej planterad. I avd. I, XIII, XIX och XXI överhoppades vid planteringen större eller mindre fläckar, som särskilt utmärkts å marken med mindre pålar. För avd. I—V, XV—XVIII och XXII var plantmaterialet uppdraget dels vid Hedens jägmästarebostad i Gällivare och dels i plantskolan vid vägen till Koskullskulle. För avd. VI, XIII—XIV och XXIII togos plantorna från plantskolan vid Fagervik å Alträsk kronopark. De förra plantorna voro $\frac{3}{0}$ år gamla, de senare $\frac{2}{0}$, på grund av att fröet i Fagerviks plantskola ej blev utsått förr än hösten 1909. För avd. II och XIX—XXI ha enl. anteckningarna använts plantor från de båda plantskolorna och sålunda av olika ålder. Å avd.

II	utsattes	sålunda	300	plantor	från	Fagervik	och	200	från	Gällivare
XIX	»	»	75	»	»	»	»	230	»	»
XX	»	»	175	»	»	»	»	325	»	»
XXI	»	»	100	»	»	»	»	280	»	»

Planteringen utfördes genom spettplantering med användande av fylljord, bestående av mullartad torv och fin sand, båda delarna tagna utmed landsvägen ej långt från försöksytan. Förbandet var 1,2 m. Plante-

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. Schotte $^{9}/_{7}$ 1919.

Fig. 37. 11-årig tallplantering å Kavahedens överloppsmark, Norrbotten. Försöksytan 221. T. v. om mannen avd. VI (frö från Hässleby, Småland — endast en duglig planta), t. h. avd. XXIII (frö från Torneå, Norrbotten).

Plantation de pins, âgée de 11 ans, à 67°9′ lat. N. À gauche de l'homme, parcelle VI (semences de Hässleby, à 57°38′; un seul bon plant). À droite, parcelle XXIII (semences de Torneå, à 66°1′).

ringen skedde 6—13 juni 1912 vid varm väderlek med ett par ganska häftiga regnskurar.

Första revisionen verkställdes 1913, och ha sifferuppgifterna härifrån förut publicerats av Wibeck (II). Vid följande års förnyade revision antecknades, att av plantorna å avd. XXIII (frö från Torneå), XXI (Piteå) och XX (Hällnäs) så gott som samtliga voro kraftiga och mörka, under det att de övriga provenienserna, i samma mån som de äro sydliga, visa sig vara allt sämre och sämre. Å avd. I—VI (från Småland) fanns knappast en planta med utvecklingsmöjligheter. Alla voro sjukliga och döende med röda nedåtriktade barr och med ofta blott en grön sidoknopp. Ett märkligt undantag ansågs föreligga i det avd. XIV (från Fagerberg i Dalarna) hade flera levande plantor än t. o. m. avd. XVIII (Haverö) och

Ur Skogsförsöksanst. saml. Fot. G. SCHOTTE $^{3}/_{7}$ 1919.

Fig. 38. 11-årig tallplantering å Kavahedens överloppsmark, Norrbotten. Försöksytan 221. T. v. om mannen å bilden avd. XIV (frö från Österdalarna; ingen planta kvar); t. h. avd. XXIII (frö från Torneå, Norrbotten) med gott resultat.

Plantation de pins âgée de 11 ans à Kavaheden, 67°9′ lat. N. À gauche de l'homme, parcelle XIV (semences de Österdalarna à 60°59′, pas de plants en vie), à droite, parcelle XXIII (semences de Torneå à 66°1′, avec bon résultat).

avd. XIX (Jämtland), från vilka plantorna i övrigt tedde sig relativt goda. Fröet för avd. XIV har dock växt i ett ganska barskt klimat (zon III) ehuru sydligt. Märkligare är däremot att fröet från Hamra (Dlr) å denna yta visat dåligt resultat.

Fullständig revision av ytan skedde 10 juli 1919, från vilket tillfälle höjdsiffror återgivas i tabell 15. Vid detta tillfälle togos de bilder, som äro reproducerade å sid 367 och 368. Skillnaden mellan plantor från zon IV och III och sådana från zon II var redan då starkt framträdande. Det är skada att frö från zon I ej kom att insamlas för jämförelse å denna och följande yta. Liknande revision skedde också 2 aug. 1922 och äro de från dessa mera färska siffrorna fullständigare återgivna i tabell 15. Gott resultat uppvisade nu endast avdelningen XXIII (frö

från Torneå) och XXI (frö från Piteå revir) och relativt gott även från Hällnäs. Svaga resultat hade erhållits å avd. XXII (Hamra), XIX (Bispgården) och XVIII (Haverö). Å alla andra avdelningar, och således nu

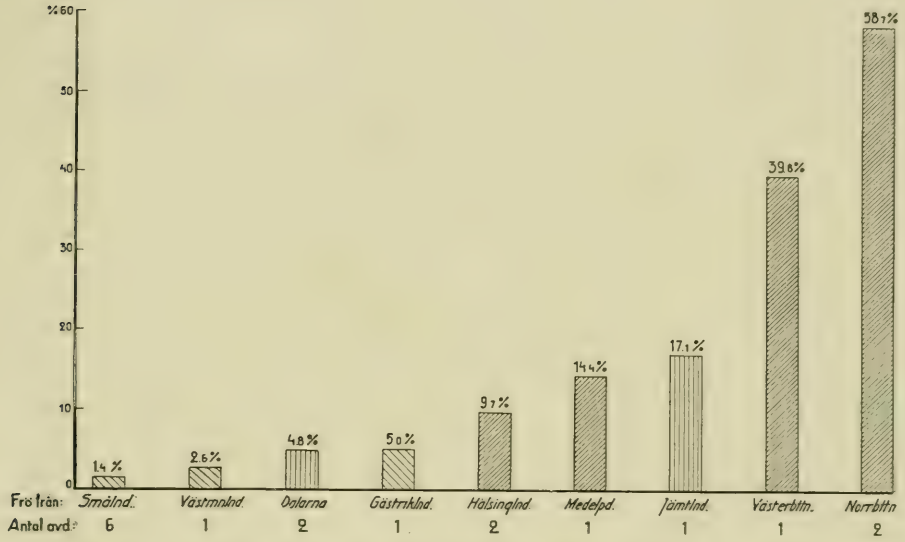


Fig. 39. Grafisk framställning över procenten levande plantor å försöksytan 221 å Kavahedens överloppsmark, norra Lappland.

Représentation graphique du pourcent de plants vivants dans le champ d'essai 221 à Kavaheden, à 67°9′ lat. N. Les noms sous les colonnes indiquent les provinces d'où proviennent les semences.

Teckenförklaring:

Kottplockningsort inom zon IV.

» » » III.

» » » II.

även å avd. XIV, kunna resultaten betecknas som helt misslyckade. En grafisk bild (fig. 39) belyser detta mycket tydligt.

Plantornas barrålder växlar mellan 3,5 (undantagsvis 3) och 4,5 år, men även avdelningar från södra Sverige uppvisa den högsta barråldern.

Snöskyttet har härjat alla avdelningar, men ej i samma förödande omfattning som på många av de andra försöksytorna.

Tab. 15—16. **Plantornas utveckling**
Le développement

Avd. n:r Parcelle N°	Frötets härstamning Provenance des semences					Antal utsatta plantor Nombre des sujets plantés
	Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	
	Försöksytan 221, Kavahedens överloppsmark, 67°9′, 310 m. ö. h. Zon I.					
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	370
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	500
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	500
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	500
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	500
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	500
XIII	Bjurfors	»(III)	Vsm	60°7′	145	492
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	500
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	500
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	500
XVII	Voxna	II(III)	Hls	61°21′	200	500
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	500
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	280
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	500
XXI	Piteå	III	Nb	65°20′	200—220	380
XXII	Hamra	II	Dlr	61°47′	425	500
XXIII	Torneå	»	Nb	66°1′	50	500
	Försöksytan 183, Kuortisrova kronoöverloppsmark, 67°12′, omkr. 500 m ö. h. Zon I.					
I	Kosta	IV	Sm	56°53′—50′	208—229	678
II	Vitthult	»	»	57°4′	232	678
III	Remma	»	»	57°36′	208—223	678
IV	Bottnaryd	»	»	57°46′	220	678
V	Hässleby	»	»	57°38′	199	678
VI	Ö. Holaveden	»	»	58°6′	150	678
XIII	Bjurfors	»(III)	Vsm	60°7′	145	678
XIV	Fagerberg	III	Dlr	60°59′	260	678
XV	Hillevik	IV	Gstr	60°48′	20	678
XVI	Svärdsjö	»	Dlr	60°48′	170	678
XVII	Voxna	II(III)	Hls	61°21′	200	678
XVIII	Haverö	»	Mpd	62°21′	265	678
XIX	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	678
XX	Hällnäs	II	Vb	64°21′	185	678
XXI	Piteå	III	Nb	65°20′	200—220	678
XXII	Hamra	II	Dlr	61°47′	425	678
XXIII	Torneå	»	Nb	66°1′	50	678

[1] 1919 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1919 n'y est pas compris.
[2] 1922 » » » » — » » » » 1922 » » » »
[3] 1922 » skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

inom försöksytorna 221 och 183.
des plants.

Procent levande plantor 1922 av s:a utsatta Vivants en 1922 % du total	Plantornas höjd Hauteur des plants m				De levande plantornas beskaffenhet 1922 État en 1922 des plants vivants			Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entrenœuds à aiguilles saines 1922[3]
	1919 vid 10 års ålder[1] âgés de 10 ans[1]		1922 vid 13 års ålder[2] âgés de 13 ans[2]		Utan anmärkning Non défectueux	Krokiga Tortueux	Snöskyttskadade Infectés par *Phac.*	
	Max.	Med. Moy.	Max.	Med. Moy.	%	%	%	
(67°9′ lat. N. à 310 m d'altitude).								
2,7	0,31	0,14	0,68	0,37	80,0	20,0	—	4,5
1,4	0,79	0,30	1,10	0,67	42,9	20,0	—	4,0
2,2	0,42	0,19	0,85	0,41	45,5	54,6	—	4,5
0,6	0,39	0,19	0,67	0,56	66,7	33,3	—	3,0
0,6	0,19	0,11	0,45	0,23	66,7	33,3	—	4,0
1,0	0,60	0,21	1,24	0,52	40,0	40,0	—	3,5
2,6	0,60	0,30	0,81	0,56	53,8	38,5	—	3,5
6,0	0,86	0,41	1,13	0,69	60,0	36,7	6,7	3,0
5,0	0,80	0,21	1,48	0,49	56,0	16,0	16,0	3,5
3,6	0,54	0,19	0,97	0,48	50,0	22,2	11,1	4,0
4,8	0,67	0,22	1,18	0,55	66,7	20,8	—	4,0
14,4	0,72	0,29	1,10	0,65	75,0	9,7	6,9	4,0
17,1	0,88	0,38	1,35	0,74	58,3	29,2	4,2	4,0
39,8	0,99	0,43	1,68	0,78	87,4	8,5	1,5	4,5
57,6	1,28	0,44	1,97	0,85	91,8	5,9	1,8	4,0
14,6	0,69	0,23	1,12	0,50	74,0	13,7	5,5	3,5
59,6	1,05	0,49	1,56	0,81	78,2	7,1	13,4	4,0
(67°12′ lat. N. à 500 m d'altitude).								
0,7	0,20	0,07	0,48	0,24	60,0	20,0	—	—
1,6	0,07	0,04	0,20	0,08	90,9	—	—	—
1,8	0,15	0,05	0,11	0,08	58,3	25,0	—	—
1,3	0,05	0,03	0,12	0,06	44,4	22,2	—	—
1,9	0,31	0,05	0,12	0,07	69,2	7,7	—	—
1,5	0,18	0,05	0,36	0,12	50,0	40,0	—	—
2,8	0,20	0,07	0,26	0,10	36,8	42,1	—	—
5,0	0,16	0,06	0,38	0,11	61,8	29,4	—	(5)
6,8	0,12	0,05	0,24	0,08	71,7	17,4	—	—
9,7	0,28	0,06	0,31	0,09	53,0	25,8	—	—
6,9	0,23	0,07	0,43	0,11	46,8	10,6	—	(6)
10,6	0,35	0,07	0,34	0,11	50,0	16,7	—	—
11,8	0,21	0,08	0,55	0,15	57,5	17,5	—	—
26,7	0,33	0,09	0,87	0,18	67,4	15,0	—	—
40,9	0,37	0,11	0,68	0,20	84,8	10,5	—	4
17,6	0,15	0,06	0,34	0,12	71,4	18,5	—	—
52,7	0,24	0,07	0,50	0,16	83,8	12,6	—	—

Försöksytan 183 i Lappland (zon I).

Ytan är belägen i Gällivare socken å Kuortisrova överloppsmark, cirka 3 km nordnordväst om Sikträsk järnvägsstation. Den bildar en stor rektangulär figur, 182,4 m lång och 106,2 m bred, som är uppdelad i 18 stycken i 2 rader placerade avdelningar. De olika avdelningarnas längd äro 52,1 m och bredd 20,4 m utom de yttersta i varje rad, som äro 19,8 m breda, avdelningarnas areal således omkring 10 ar (se f. ö. kartskissen å fig. 40).

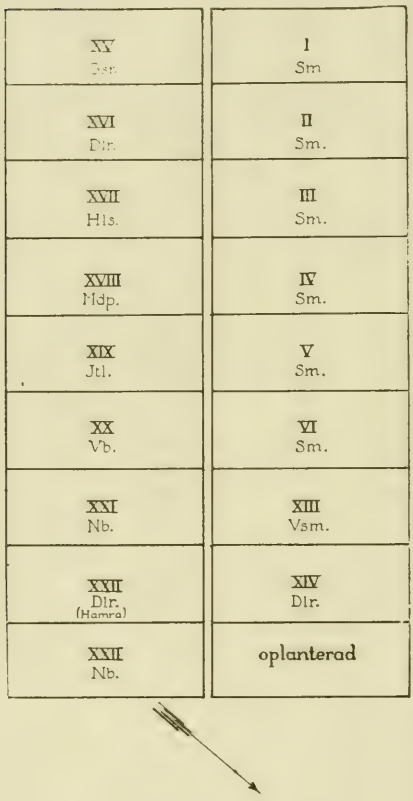


Fig. 40.

Karta utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 221 å Kavahedens överloppsmark i norra Lappland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 221. Explication des abréviations sous fig. 2.

Ytan är belägen på en tallhed på omkr. 500 m:s höjd över havet mellan högfjället Kuoranen och de mot bäcken Ammajokk terrassformigt sluttande platåerna. Den är mot nordost och sydväst omgiven av gles, starkt avverkad tallhed, mot nordväst och särskilt i sydost omgiven av något fuktigare mark med gran och tämligen mycket björk. Marken är jämn med någon svag lutning mot väster och läget torrt. Markprofilen utgöres av 1—2 cm förna och ett knappast märkbart blekjordslager ovan rostjorden, som i allmänhet är fin och sandig med h. o. d. inblandade större och mindre stenar.

När tallheden togs i bruk för skogsförsöksanstalten, var den beväxt gles tall efter avverkningar, som ägt rum omkr. år 1900 och 1908. Den röjdes fullständigt omedelbart före planteringen. Markvegetationen utgjordes av rikliga — strödda ris: *Arctostaphylus alpina* och *uva ursi* (e-s), *Calluna vulgaris* (s-r), *Empetrum nigrum* (e-s), *Juniperus nana* (e), *Ledum palustre* (e), *Myrtillus nigra* (t-e), *Phyllodoce coerulea* (e), *Vaccinium uliginosum* och *vitis idæa* (e-t). Lavarna voro ymniga: *Stereocaulon* (y), *Cladina*-arter (y) samt *Cladonier*. I övrigt är blott iakttaget enstaka mossor (*Polytrichum juniperinum*) och enstaka gräs (*Aira flexuosa*).

Planteringen utfördes genom spettplantering med fylljord den 12—21 juni 1911 på 1,2 meters förband. Plantorna voro 2/0 och hade stått i plantskola vid Heden i Gällivare (Plantskolan H). Väderleken var under planteringstiden medelvarm — kylig med regn och snöbyar nästan varje dag.

Större delen av de plantor, som blevo kvar vid Heden, omskolades dels i den gamla plantskolan därstädes och dels i en nyupptagen sådan, belägen vid Koskullskullejärnvägen och i omedelbar närhet av landsvägen Gällivare—Malmberget. Större delen av det år 1912 dugliga plantmaterialet förbrukades vid anläggningen av försöksytan 221. Det som blev kvar, var år 1914 helt förstört av frost och av uppfrysning.

Revisionsresultaten år 1913 äro förut publicerade i dessa Meddelanden h. 10 av WIBECK (II). Vid år 1916 verkställd förnyad revision finnes antecknat, att *Aira* ökat något i frekvens och att enstaka *Epilobium angustifolium* inkommit. Fullständig uppmätning av plantorna skedde 10 juli 1919, varvid också all björk å ytan bortröjdes. Nu var den 10-åriga kulturens alla plantor från zon IV praktiskt taget borta. Slutligen återgives revisionsresultatet från den 1 aug. 1922 i tabell 16. Det visar sig nu, att Torneåfröet givit bästa resultatet och att tämligen gott resultat erhållits av Piteåfröet. Övriga avdelningar med frö från mellersta och södra Norrland ha givit ganska skralt resultat och på sista 3 åren ha 5—10 % av dessa plantor dött ut, utan att snöskyttet ännu ej hunnit härja på ytan. Plantorna äro nämligen ännu för korta för att nämnvärt angripas av *Phacidium*.

Barråldern har angivits till 4 à 6 år, oberoende av proveniensen.

Såddytor.

Försöksytan 217 i östra Jämtland. (Zon III.)

Ytan är belägen i Fors socken å Oxböle kronopark (Bispgårdens skolrevir), cirka 500 m öster om planteringsytan 176 och 355 m ö. h. Den är utstakad på ett mindre hygge, avverkat vintern 1910—1911. Ytan är avröjd och risbränd dagarna omedelbart före sådden, som utfördes 23 maj 1912. Den avverkade skogen utgjordes av äldre barrblandskog å övervägande s. k. tallmark. Marken lutar svagt åt väster. Ovan moränguset har antecknats 4 cm förna och torv samt 5—10 cm blekjord. Vegetationen 1912 bestod av rikliga ris: *Myrtillus nigra* (r), *Lycopodium complanatum* (e) och *Vaccinium vitis idæa* (r); strödda gräs och örter: *Aira flexuosa* (s) och *Pyrola secunda* (e); ymniga mossor: *Hylocomium parietinum* (y) och *proliferum* (r—y fläckvis) samt strödda lavar: *Cladina silvatica*.

Ytan bildar en rektangal 44 × 30 m och är uppdelad i 10 avdelningar om 21 × 6 m (se fig. 41). I varje avdelning utfördes 5 såddrader med 20 rutor i raden på 1 meters kvadratförband. Genom att smärre impediment hindrat anbringandet av såddrutor finnas i 5 av parcellerna endast 96—99 såddrutor, medan de övriga 5 avdelningarna ha jämnt 100 rutor vardera. Avd. I—III besåddes med 20 frön per ruta, avd. IV—X med 10 frön.

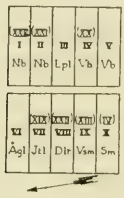


Fig. 41.

Karta utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 217 å Oxböle kronopark i östra Jämtland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats. De romerska siffrorna inom parentes ange de nummer, som de använda fröpartierna hava i den större undersökningen av år 1909, d. v. s. å planteringsytorna.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 217. Explication des abréviations sous fig. 2. Les chiffres romains entre parenthèses indiquent les numéros que portent les semences employées dans les essais avec plantation de 1909.

Första revisionen över såddresultatet verkställdes den 19 maj 1913 och förnyades åren 1914 och 1915. De härvid erhållna resultaten äro förut publicerade av WIBECK (III) i h. 13—14 av dessa Meddelanden. Från år 1915 finnes antecknat att mossa och ris försvinna på hygget, medan *Aira* och *Epilobium angustifolium* nu började sprida sig hastigt. Sedermera reviderades ytan fullständigt år 1919 och sista gången 7 aug. 1922. Härvid mättes höjden endast på den bästa plantan i varje såddgrop. Årets skott medtogs ej vid höjdmätningen. Resultatet av dessa uppmätningar återfinnes i tabell 17. Härav framgår att å denna yta har fröet från Bispgården lämnat det bästa resultatet. Därnäst kommer fröet från Ångermanland. Övriga norrländska fröprovenienser ha också givit goda resultat. Däremot är det uppenbart, att frö från Bjurfors i Västmanland är oanvändbart på detta läge i Bispgården och naturligtvis också det från Bottnaryd i Småland.

Plantorna äro i stor utsträckning angripna av snöskytte. De från övre Norrland tyckas härvid dock stått sig något bättre än de från mellersta Norrland. Här, liksom på flera andra ytor, har det tydligt visat sig, att tallplantor från ett sydligare klimat visserligen äro minst härdiga för snöskytte, men att plantor från skogsodlingsplatsens klimat ej äro de härdigaste. Fast mer synes det framgå som om plantor från ett kallare klimat voro härdigare mot snöskyttet. Skulle denna iakttagelse visa sig vara allmängiltig, borde man ju vid nödvändiga skogsodlingar i Norrland helst taga tallfrö från ett något barskare klimat än skogsodlingsplatsens.

För övrigt äro plantorna från mellersta Norrland bäst utvecklade (ha största höjden) å denna yta.

Barråldern har befunnits vara 3,5—4 år.

Försöksytan 218 i östra Jämtland. (Zon III).

Ytan är belägen i Fors socken å Dalkarlsmon, Gärsjöns kronopark (Bispgårdens skolrevir), utmed en körväg, som tager av från landsvägen Bispgården—Fångsjöbacken ungefär 7 km från Bispgården. Höjd över havet 250 m. Den är anlagd på ren tallhed, varest skogen avverkades vintern 1903—1904, men där ganska tät, om också tämligen marvuxen återväxt senare uppkom. Denna återväxt upprycktes på ytan omedelbart före sådden, som ägde rum 25 maj 1912. Marken är alldeles plan och har torrt- friskt läge. Här antecknades 2 cm förna och humus samt 5—10 cm blekjord ovan grågul lös och jämn sand. Markvegetationen bestod av en moss- och lavmatta med ljungtuvor eller ymniga ris: *Calluna vulgaris* (y), *Empetrum nigrum* (r—y), *Myrtillus nigra* (s) och *Vaccinium vitis idæa* (r—s); ymniga mossor: *Hylocomium parietinum* (r—y) och *Polytricha* (s) samt rikligt med lavar: *Cladina silvatica*, *Nephroma arcticum* m. fl.

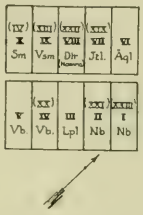


Fig. 42.
Karta utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 218 å Gersjöns kronopark i östra Jämtland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats. De romerska siffrorna inom parantes ange de nummer, som de använda fröpartierna hava i den större undersökningsserien av år 1909, d. v. s. å planteringsytorna.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 218. Explication des abréviations sous fig. 2, des chiffres romains sous fig. 41.

Ytan bildar en rektangel 38 × 35 m och är uppdelad i 10 avdelningar om 18×7 m (se fig. 42). I varje parcell upptogos 6 rader såddrutor med i regel 17 rutor i varje rad eller 102 rutor per avdelning. Förbandet är sålunda 1×1 m. Avdelning I—III besåddes med 20 frön per ruta, avd. IV—X med 10 frön per ruta. Revision å ytan verkställdes första gången 20 maj 1913 samt vidare åren 1914, 1915 och 1916. Resultaten härifrån återfinnas också i Meddelanden h. 13—14 (WIBECK III). Fullständig uppmätning av plantorna skedde vid revision 5 juli 1919 Härvid antecknades också snöskyttеangreppen. Sista revisionen har ägt rum 5 aug. 1922. Uppgifter från dessa två sista uppmätningar återfinnas i tabell 18. På denna mera karga trakt och svaga bonitet synes fröet från Sorsele gått bäst till. Övriga norrländska frön uppvisa goda resultat, men svagast egendomligt nog fröet från Hamra. Fröet från Bjurfors och Bottnaryd har naturligtvis endast dåligt resultat att framvisa.

Snöskyttet har härjat relativt litet å denna yta och utan någon speciell tendens med hänsyn till fröpartiernas hemort.

Barråldern har angivits till 3,5—4 år, med den största åldern för plantorna från övre Norrland.

Tab. 17—20. **Plantornas utveckling inom de med sådd anlagda försöksytorna.**
Le développement des plants.

Avd. n:r Parcelle N°	Fröets härstamning Provenance des semences: Trakt Localité	Temperaturzon Zone de temp.	Landskap Province	Breddgrad Latitude	Höjd ö. h. Altitude m	Antal sådd-gropar Nombre des potets	Gropar med levande plantor Potets avec des plants vivants: Antal Nombre	%	Levande plantor Plants vivants: Antal Nombre	Medeltal per sådd-grop Moy. par potet	Plantornas höjd 1922 vid 10 års ålder[1] Hauteur des plants en 1922 à 10 ans[1] m: Max.	Med. Moy.	Plantornas beskaffenh. 1922[2] État en 1922 des plants vivants[2]: Krokiga tortueux %	Snöskyttes-kadade Infectés par *Phac.* %	Antal årsskott med friska barr 1922[3] Entre-nœuds à aiguilles saines 1922[3]
Försöksytan 217 å Oxböle kronopark, 62°59′, 335 m ö. h. Zon III (62°59′ lat. N., à 335 m d'altitude).															
I (XXIII)	Torneå revir	II	Nb	66°1′	50	100	52	52,0	88	0,88	1,92	1,00	11,5	61,5	3
II (XXI)	Piteå »	III	»	65°20′	200—220	100	66	66,0	139	1,39	1,80	1,07	7,6	63,6	4
III	Sorsele »	I	Lpl	(65°30′)	(400)	99	67	67,7	158	1,60	1,80	1,16	—	67,2	3,5
IV (XX)	Hällnäs »	II	Vb	64°21′	185	99	50	50,6	79	1,25	2,48	1,28	4,0	76,0	4
V	Bjurholms »	II	»	(63°56′)	(200)	100	76	76,0	160	1,60	2,33	1,31	1,3	56,6	4
VI	Ångermanland...	III	Ågl	(63°—64°)	—	96	70	72,9	182	1,89	2,15	1,41	7,1	97,1	3,5
VII	Bispgården	III	Jtl	63°1′	120	98	76	77,6	218	2,22	2,00	1,28	6,6	100,0	3,5
VIII (XXII)	Hamra	II	Dlr	61°47′	425	100	59	59,0	123	1,23	2,00	1,27	3,4	94,9	3,5
IX (XIII)	Bjurfors	IV (III)	Vsm	60°7′	145	100	37	37,0	75	0,75	1,80	1,37	10,8	100,0	3,25
X (IV)	Bottnaryd.....	IV	Sm	57°46′	220	96	14	14,6	16	1,14	1,85	1,12	57,1	100,0	—
Försöksytan 218 å Gärsjöns kronopark, 63°3′ 250 m ö. h. Zon III (63°3′ lat. N., à 250 m d'altitude).															
I (XXIII)	Torneå revir	II	Nb	66°1′	50	102	58	56,9	101	0,99	1,34	0,61	19,0	6,9	4
II (XXI)	Piteå »	III	»	65°20′	200—220	102	72	70,6	139	1,36	1,28	0,67	20,8	12,5	4
III	Sorsele »	I	Lpl	(65°30′)	(400)	102	80	78,4	170	1,66	1,74	0,62	40,0	10,0	4
IV (XX)	Hällnäs »	II	Vb	64°21′	185	101	57	56,4	90	0,89	1,62	0,74	26,3	12,3	4
V	Bjurholms »	»	»	(63°56′)	(200)	102	59	59,0	129	1,29	1,69	0,79	39,0	20,3	4
VI	Ångermanland...	III	Ågl	(63°—64°)	—	102	45	44,1	74	0,73	1,60	0,70	55,6	20,0	3,5
VII	Bispgården	»	Jtl	63°1′	120	102	44	43,1	70	0,69	1,52	0,70	38,6	29,5	—
VIII (XXII)	Hamra	II	Dlr	61°47′	425	102	49	48,0	75	0,74	2,08	0,56	53,1	10,2	3,5
IX (XIII)	Bjurfors	IV (III)	Vsm	60°7′	145	102	10	9,8	11	0,11	0,80	0,49	70,0	10,0	3,5
X (IV)	Bottnaryd.....	IV	Sm	57°46′	220	102	22	21,6	34	0,33	0,92	0,33	77,3	4,5	3,5

Försöksytan 220 å Kavahedens kronoöverloppsmark, 67°9′, 310 m ö. h. Zon I (67°9′ lat. N., à 310 m d'altitude).

I	(XXIII)	Torneå	revir	II	Nb	66°1′	50	102	72	70,6	124	1,22	1,10	0,56	—	1,4	5
II	(XXI)	Piteå	»	III	»	65°20′	200—220	102	61	59,8	111	1,09	1,37	0,57	—	13,1	5
III		Sorsele	»	I	Lpl	(65°30′)	(400)	102	62	60,8	134	1,31	1,13	0,55	1,6	11,3	4
IV	(XX)	Hällnäs	»	II	Vb	64°21′	185	102	37	36,3	52	0,51	1,17	0,53	—	24,3	5
V		Bjurholms	»	»	»	(63°56′)	(200)	102	49	48,0	85	0,83	1,22	0,65	—	44,8	4
VI		Ångermanland	...	III	Ågl	(63°-64°)	—	102	18	17,6	22	0,22	1,00	0,70	—	83,3	3—4
VII		Bispgården	.....	»	Jul	63°1′	120	102	10	9,8	15	0,15	0,93	0,61	—	60,0	3
VIII	(XXII)	Hamra	.....	II	Dlr	61°47′	425	102	16	15,7	25	0,25	0,90	0,56	6,3	75,0	3
IX	(XIII)	Bjurfors	.....	IV-(III)	Vsm	60°7′	145	102	2	2,0	2	0,02	0,73	0,56	—	50,0	1
X	(IV)	Bottnaryd	... .	IV	Sm	57°46′	220	102	4	3,9	4	0,04	0,22	0,15	50,0	—	—

Försöksytan 219 å Kuortisrova kronoöverloppsmark, 67°12, omkr. 500 m ö. h. Zon I (67°12′ lat. N., à 500 m d'altitude).

I	(XXIII)	Torneå	revir	II	Nb	66°1′	50	102	49	48,0	112	1,10	0,55	0,17	—	—	—
II	(XXI)	Piteå	»	III	»	65°20′	200—220	102	29	28,4	46	0,45	0,38	0,15	—	—	—
III		Sorsele	»	I	Lpl	(65°30′)	(400)	102	56	54,9	103	1,01	0,36	0,18	—	—	—
IV	(XX)	Hällnäs	»	II	Vb	64°21′	185	102	25	24,5	34	0,33	0,36	0,15	—	—	—
V		Bjurholms	»	»	»	(63°56′)	(200)	102	53	52,0	105	1,03	0,45	0,15	—	—	—
VI		Ångermanland	...	III	Ågl	(63°—64°)	—	102	18	17,6	29	0,28	0,21	0,14	—	—	—
VII		Bispgården	.....	»	Jul	63°1′	120	102	23	22,5	32	0,31	0,20	0,10	—	—	—
VIII	(XXII)	Hamra	.....	II	Dlr	61°47′	425	102	29	28,4	38	0,37	0,25	0,11	—	—	—
IX	(XIII)	Bjurfors	.....	IV (III)	Vsm	60°7′	145	102	3	2,9	3	0,03	0,11	0,08	—	—	—
X	(IV)	Bottnaryd	.....	IV	Sm	57°46′	220	102	3	2,9	3	0,03	0,15	0,09	—	—	—

[1] 1922 års höjdtillväxt ej medräknad — L'accroissement en hauteur en 1922 n'y est pas compris.
[2] Endast den högsta i varje grop — Seulement le plant le plus haut sur chaque potet.
[3] 1922 års skott medräknat — Y comprise la pousse de 1922.

Försöksytan 220 i övre Lappland. (Zon I.)

Ytan är belägen i Gällivare socken å Kavahedens kronoöverloppsmark (Gällivare revir), 6 km öster om Gällivare invid och strax söder om landsvägen Gällivare—Vittangi ej långt från försöksytan 221. Höjd över havet 310 m. Ytan är anlagd å en mindre, väl markerad moränvall i flack skogsterräng å hygge med fröträd, uppkommet efter avverkning 1888—89 i äldre blandskog av tall och gran. Marken är plan och har friskt läge. Den består av 2—4 cm förna och humus samt 2—10 cm blekjord och sedan morängrus med större och mindre stenar. Markbetäckningen utgjordes vid ytans anläggande 1912 av rikligt med ris: *Calluna vulgaris* (s), *Empetrum nigrum* (s-r), *Lycopodium complanatum* (e-s), *Myrtillus nigra* och *uliginosa* (s). Gräs enstaka-strödda: *Aira flexuosa*, mossor y *Polytrichum* och *Dicranum*-arter; lavar y: *Cladina silvatica* (y), *Nephroma arcticum* e-s, m. fl.

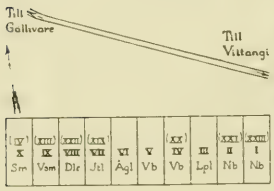


Fig. 43.

Karta, utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 220 å Kavahedens överloppsmark i norra Lappland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats. De romerska siffrorna inom parentes ange de nummer, som de använda fröpartierna hava i den större undersökningsserien av år 1909, d. v. s. å planteringsytorna.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 220. Explication des abréviations sous fig. 2, des chiffres romains sous fig. 41.

Ytan bildar en rektangel av 70×18 m och är uppdelad i 10 parceller om 18×7 m. I varje avdelning har anbringats 6 rader såddfläckar med 17 rutor i varje rad (se fig. 43). Ytan besåddes 5—6 juni 1912 med samma fröslag som de förut här omnämnda såddytorna. Revision av ytan ägde rum 4 juni 1913, 8 juni 1914, 17 juni 1915 och 8 juni 1916 och återfinnas de härvid erhållna talen i Meddelanden h. 13—14 (WIBECK III). Fullständig uppmätning av plantorna utfördes 10 juli 1919 och 2 augusti 1922 (se tabell 19). Även här har fröet från Sorsele givit det bästa resultatet, tätt följt av fröet från övre Norrbotten. Fröet från Ångermanland, Bispgården och Hamra har också här givit alldeles för dåligt resultat och såddema med frö från Bjurfors och Småland äro naturligtvis helt misslyckade.

Inom denna yta är det av särskilt intresse att studera snöskyttets uppträdande. Vi finna då att plantor av frö från Torneå revir så gott som helt undgått snöskyttangrepp, endast 1,4 % av plantorna äro nämligen angivna som snöskytteskadade. Likaledes ha plantorna från Sorsele lidit mycket litet eller 11,3 %. Plantorna från Piteå revir ha också stått sig bra med 13,1 % skadade. Redan plantorna från Hällnäs äro rätt mycket angripna eller till 24,3 % och de från Bjurholm med 44,8 %. Plantorna från Ångermanland äro mycket starkt skadade, liksom sedan alla plantor längre söderifrån.

Barråldern har befunnits vara 3—5 år, högst för dem från övre Norrland.

Försöksytan 219 i övre Lappland. (Zon I.)

Ytan är belägen i Gällivare socken å Kuortesrova kronoöverloppsmark (Gällivare revir), 3 km nordnordväst om Sikträsk järnvägsstation utmed nordvästra sidan av försöksytan 183. Höjd över havet omkr. 500 m. Försöksytan är anlagd på en jämn platå mellan lågfjället Kuoranen och Ammajokks bäckdal. Mot nordväst finnes gles skog av oväxtlig gran, björk och tall, i övrigt består trakten av nästan kal, uthuggen tallhed. De huvudsakliga avverkningarna gingo över trakten åren 1900 och 1908. En del kvarstående träd avverkades 1912, då ytan anlades. Rörande marken har antecknats 1—2 cm föga sammanhängande förna samt knappast märkbart blekjordslager ovan den fina rödsanden, i vilken här och där finnas inblandade stenar. Markbetäckningen består av fläckvis ymniga ris: *Arctostaphylus alpina* och *uva ursi* (e), *Calluna vulgaris* (fläckvis r), *Empetrum nigrum* (s), *Juniperus nana* (e), *Ledum palustre* (e), *Lycopodium clavatum* (e), *Myrtillus uliginosa* (e), *Phyllodoce cærulea* (e) och *Vaccinium vitis idæa* (s). Lavar förekomma ymnigt: *Stereocaulon*, *Cladina* m. fl.; gräs endast enstaka: *Aira flexuosa* samt moss or *Polytrichum* (s).

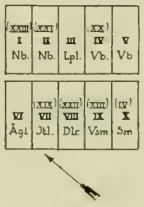


Fig. 44.
Karta utvisande de olika avdelningarnas inbördes belägenhet inom försöksytan 219 å Kuortisrova överloppsmark (Sikträsk) i norra Lappland. Skala 1:2000. Bokstavsförkortningarna hänvisa till resp. landskap, inom vilka det använda fröet insamlats. De romerska siffrorna inom parantes ange de nummer, som de använda fröpartierna hava i den större undersökningsserien av år 1909, d. v. s. å planteringsytorna.

Plan de la situation des parcelles dans le champ d'essai 219. Explication des abréviations sous fig. 2, des chiffres romains sous fig. 41.

Ytan bildar en rektangel 38 × 35 m och är uppdelad i 10 avdelningar om 18 × 7 m (se fig. 44). I varje parcell finnas 6 rader såddrutor med 17 rutor i varje rad, således 102 rutor per avdelning. Försöksytan besåddes den 4 juni 1912 på samma sätt som övriga såddytorna och med likadant frö som å dessa. Revisioner ägde rum 5 juni 1913, 10 juni 1914, 16 juni 1915 och 14 juni 1916. (Se Meddel. h. 13—14, WIBECK III). Fullständig uppmätning av plantorna har skett 10 juli 1919 och 1 aug. 1922 (se tabell 20). Som var att vänta har fröet från Sorsele lämnat det avgjort bästa resultatet å denna yta, men även fröet från övre Norrbotten och Bjurholm har lyckats väl. Plantorna från Sorsele äro f. ö. också störst.

Fröet från Ångermanland, Bispgården och Hamra har gett svagt resultat för att nu inte tala om det från Bjurfors och Småland.

Som plantorna ännu äro mycket korta ha de tillsvidare skonats från snöskytte.

Barråldern har ej kunnat exakt bestämmas med hänsyn till plantornas ringa utveckling.

DISKUSSION ÖVER RESULTATEN.

Som förut framhållits å sid. 308 [4] avsåg denna i stort planlagda undersökning att utröna, huruvida tallfrö från rika fröproduktionstrakter skulle kunna förflyttas till ett barskare klimat i Norrland med svagare kottproduktion. Däremot avsågs ej att undersöka hela proveniensproblemet för Norrland, i det t. ex. ej några försök grundlades för studier över plantornas utveckling av frö från ett barskare klimat i ett mildare. Det ansågs nämligen år 1909 att en sådan frågeställning ej tillhörde de praktiska problemen. Först på senare åren, då tallfrö i stora mängder kunnat tillvaratagas i det norrländska kustlandet liksom i norra Finland, har det även blivit aktuellt att utröna, huruvida exempelvis norrländskt tallfrö kan med fördel användas i södra och mellersta Sverige. Några försök i den riktningen ha redan utförts, men ytterligare sådana äro planerade å försöksanstaltens tvenne sydligare försöksparker, Siljansfors och Tönnersjöheden.

I den nu föreliggande försöksserien avsågs således att pröva klimatraser av tallen från mildare klimat upp till de raser, som förekomma kring skogsodlingsplatserna. I några av de utförda planteringsserierna borde jämförelsen med ortens frö gjorts fullständigare än som skett, då t. ex. å försöksfälten i Gällivaretrakten och i övre Dalarna de utförda försöken ej kommo att jämföras med frö från trakten.

Såväl häri som i flera andra avseenden är förf. fullt på det klara med att vissa brister vidlådit denna undersökning. Sålunda hade det varit önskvärt, om i det här ingående tredje försöksbältet (jämför sid. 315 [11]) även anlagts ytterligare ett planteringsfält, t. ex. i Sorsele eller Vilhelmina. De valda försöksfälten anlades emellertid åren 1909—1911 med hänsyn till dåvarande kommunikationer och begränsades till vad som rimligtvis skulle hinna om möjligt anläggas och utplanteras under ett och samma år av skogsavdelningen, vars resurser på personal år 1909 var avsevärt mindre än nu. Av resekostnadsskäl kunde ej heller då försöken avlägsnas alltför mycket från järnvägslinjerna.

En blick på det meddelade siffermaterialet i tabellerna 3—20 säger läsaren genast, att procenten levande plantor i de 13—10-åriga kulturerna är påfallande ringa. Det stora manfallet i skogsodlingarna är att tillskriva flera bidragande orsaker, dels av mera allmän art, dels av speciella orsaker, beroende på det fröval, som ägt rum.

Utgångsprocenten av förra skälet och som således även drabbat plantor »av ortens frö» äro flera. Vid en försöksplantering av detta slag inriktas visserligen alla ansträngningar på att göra försöksodlingarna så

omsorgsfullt som möjligt, men å andra sidan uppstå vissa vanskligheter vid en — vad förf. (VIII) flera gånger framhållit — ambulatorisk försöksverksamhet. Plantorna ha i flera fall måst uppdragas å en ort och sedan försändas till en annan. Härvid ha de i dessa trakter med långa avstånd och svåra kommunikationer varit utsatta för faran att förtorka; beträffande ett av försöksfälten, 182 i Lycksele, var denna skada, som förut framhållits, av allvarlig art. Vidare kunde ej i dessa trakter vid skogsodlingarna erhållas med planteringar vant arbetsfolk. När skogsodlingarna endast kunde ledas av tre personer vid skogsavdelningen, hade var och en 1911 att utföra så pass många planteringar på vitt skilda ställen, att svårighet yppade sig att utföra skogsodlingar på allra lämpligaste tidpunkt. Slutligen var sommaren 1911 ganska varm och torr, vilket också inverkat något menligt och bidragit till den allmänna utgångsprocenten. Huruvida till densamma även bidragit den använda skogsodlingsmetoden är mera tvivelaktigt. Ursprungligen var meningen, att å alla planteringsfälten skulle användas plantering i öppen grop, men vid utförandet kom sedan å flera fält att användas spettplantering. Nu ha LINDBERG (I och II) och WIBECK (VII) framhållit att särskilt vid denna planteringsmetod är faran stor för att tallens rotsystem deformeras. I följd härav skulle sedan enligt WIBECK skogsodlingens avdöende kunna gå raskt nog. Vore så fallet, borde kanske den allmänna utgångsprocenten vara störst å de spettplanterade ytorna. Så synes också å ett par platser varit fallet. Sålunda är å ytan 176 å Oxböle även för norrländsk tall utgångsprocenten större än å yta 178 å Västbyn och 179 å Hårkaskogen. Den förstnämnda ytan har spettplanterats, de två senare ha planterats i öppen grop. Men å andra sidan är det svårt att jämföra två ytserier från olika ställen. Det kan vara så många andra orsaker och tillfälligheter, som kommit en viss skogsodling att just på den platsen bliva illa åtgången. Bättre är då att å t. ex. Kavaheden och Kuortisrova jämföra såddytorna med spettplanteringarna vid samma ålder. Härvid synes ej någon skillnad mellan de båda ytserierna i viss tendensriktning. I ena fallet är en planteringsavdelning av visst frö bättre, i det andra en såddavdelning.

Av vad som redan tidigare meddelats om dessa försök såväl av förf. (VI) som WIBECK (II och III) framgår emellertid att tallplantor från en trakt av Norrland ej utan vidare kunna användas i en annan. Det visade sig snart uppenbart, att plantor av frö från ett mildare klimat voro mycket mindre härdiga vid förflyttning till ett barskare klimat än sådana från ett kallare. Det handlar härvid om rena förfrysningsfenomen, genom att årsskott av sådana plantor, som vid förflyttningen få en kortare eller kallare vegetationsperiod än de äro vana vid i sin hemort, ej hinna tillräckligt förveda sig, innan den stränga vinterkylan inträffar. Vidare visar sig vid

förflyttning den mindre härdigheten i mindre motståndskraft mot skador och sjukdomar, vilket närmare skall belysas i det följande.

Det klimat, som i detta fall närmast är avgörande, torde därför i första handen vara vegetationsperiodens. Har denna varit tillräckligt lång eller varm för tallens normala utbildning för året, så torde väl sedan trädet kunna uthärda ett mer eller mindre barskt vinterklimat. Förf. menar därför, att när man för att klarlägga för sig tallens härdighet, måste man tänka sig Norrland uppdelat i klimatzoner. Härvid synes man ej — såsom WIBECK (V, VI) gjort — böra fästa allt för stor vikt vid årets medeltemperatur utan i stället taga hänsyn till medeltemperaturen under vegetationsperioden.[1] I sådant syfte har förf. av välvilligt lämnat material från statens meteorologisk-hydrografiska anstalt låtit å karta utlägga isotermerna för medeltemperaturen under juni—september månader. Kurvorna för de olika temperaturgraderna komma på en sådan karta att mera bliva parallella med landets fjällrygg än årsmedeltemperaturen, som starkare påverkas av breddgraden. Genom att välja isotermer för varje gradtal, har förf. fått landet uppdelat uti 6 zoner (jämför kartan, fig. 1). Trakten mellan isotermerna för en medeltemperatur under dessa månader av $+8°$—$+9°$ ligger helt inom Norrlands högfjällsområde och har i detta sammanhang ingen betydelse. Även trakten mellan isotermerna för $+9°$ och $+10°$ ligger inom fjällområdet, där praktiskt taget någon mera omfattande skogsodling ej i vår tid kan komma till utförande. Förf. betecknar därför detta område som O-zon. Trakten mellan $+10°$-isotermen och $+11°$-isotermen, här angiven som zon I, utgör inre Norrlands stora västra skogsbälte, där skogens tillväxt är påfallande långsam och där dess föryngring erbjuder vissa vanskligheter, särskilt med hänsyn till svårigheter att alltid erhålla frö med tillräcklig grobarhet (jämför WIBECK VI). Denna zon sträcker sig från Särna och Idre som ett smalt bälte genom Härjedalen och södra Jämtland, vilket sedan vidgar sig i norra Jämtland och även innesluter nordvästra delen av Ångermanland samt den större och högre belägna delen av Lappland. Zonen II, eller trakten mellan isotermerna för $+11°$ och $+12°$ medeltemperatur omfattar mellersta Norrland och övre Norrlands kustland, vårt lands i stort sett kanske skogrikaste områden. Det sträcker sig från norra Värmland, genom norra Dalarna, över Härjedalen och västra Hälsingland, östra Jämtland, större delen av Ångermanland, Norr- och Västerbottens kustland och vissa bättre trakter av Lappland utefter de stora älvarnas nedre lopp inom Lappmarken. Gränsen mellan zon I och II å kartan bildar verkligen i stort sett gränsen mellan inre Norrlands bättre och sämre

[1] Denna *medeltemperatur* är visserligen ej fullt lämplig för att belysa ett biologiskt förhållande (antal vegetationsdagar av viss värme vore att föredraga) men ändå en rätt god indikator för klimatet.

skogstrakter. Det är alldeles uppenbart, att skogen inom zon I är påverkad av ett barskare klimat än i zon II, och att den å kartan angivna gränsen ganska väl ansluter sig till de växlingar, som härutinnan finnes i inre Norrland. För att särskilt studera detta måste man resa tämligen snabbt genom skogstrakterna — ett längre uppehåll i en viss skogstrakt kommer ögat att mera fästa sig vid smärre variationer eller också att snart vänja sig vid relativt sterila områden och finna dem såsom ganska goda, blott de äro traktens bästa. Förf. har därför under senaste sommaren hastigt genomfarit inre Norrland i flera riktningar inom zon I och II och funnit den här angivna gränsen i stort sett ganska väl ansluta sig till den skillnad, som är så påtaglig mellan de västra och de östra trakterna av övre Norrland. Zon III, området med +11° och +12° medeltemperatur, bildas av mellersta Värmland, större delen av Dalarna och nordligaste kanten av Västmanland, västligaste kanten av Gästrikland, mellersta Hälsingland, östra Medelpad, östligaste hörnet av Jämtland samt ångermanländska kusten fram mot Umeå. Vidare kan hit föras ett påfallande varmt område kring Piteå och Luleå. Sträckningen på denna zon sammanfaller med flera växtgeografiska begrepp. Så t. ex. går gränsen för den nordsvenska och den sydsvenska tallen ungefär mitt igenom denna zon upp mot Sundsvall. Det är f. ö. påfallande, huru man vid både Piteå och Luleå påträffar tallformer, som så pass mycket skilja sig från den nordsvenska tallen, att man synnerligen ogärna skulle vilja hänföra dem till v. *lapponica* (Fr) Hn. Zon O—III skulle bli vad man växtgeografiskt sett borde kalla Norrland. — Den här angivna zon IV (området mellan isotermerna för +13° och +14° grader sommartemperatur) bildas av huvudmassan av de s. k. södra och mellersta delarna av landet från Dellensjöarna i Hälsingland ned mot norra Skåne. Ett varmare bälte (zon V) mellan isotermen för +14° och +15° erhålles runt Sydsveriges hela kuststräcka t. o. m. Stockholm samt kring de stora sjöarna Vänern, Hjälmaren och Mälaren. Slutligen ligger västkustens yttersta remsor mellan isotermera för +15° och +16°, men inom detta smala bälte finnes ingen skogsmark att tala om, varför helt bortsetts från densamma i detta sammanhang. De sålunda angivna zonerna representera följande %-tal av den svenska jorden eller

Fjällkedjan ovan O-zonen	zon O	zon I	zon II	zon III	zon IV	zon V
%	%					
6.9	9.3	18.2	18.3	12.2	21.7	13.4

Nyligen har Tor Jonson (I) uppdelat Sverige i zoner med hänsyn till skogens produktion Han har för sin utredning visserligen måst tillgripa

vissa administrativa gränser, men en viss överensstämmelse mellan de båda zon-systemen kan dock skönjas. — Hans zon I—II motsvaras i stort sett av författarens zon I—III, medan JONSONS zon III och zon IV i stort sett sammanfaller med författarens zon IV. En dylik zonindelnings nytta (för att förstå skogsförhållandena i Norrland) framgår av de siffror, som JONSON erhållit vid sina beräkningar och som återgivas här nedan:

	Virkesförråd pr hektar	Årlig tillväxt pr hektar	Tillväxtprocent
zon I	45 kbm	0,62 kbm	1,4
» II	53 »	1,02 »	1,9
» III	71 »	2,43 »	3,4
» IV	56 »	2,19 »	3,9

Granska vi sedan närmare de skogsodlade tallplantornas trivsel inom dessa zoner är det framförallt fyra eller fem egenskaper, som böra iakttagas. Starkaste uttrycket giver härvid *utgångsprocenten*. Som nämnts kan denna bero på så många olika faktorer, bland vilka dock förfrysningsfenomenen och snöskytteangreppen synas spela den största rollen. Det framgår av redogörelserna för de olika försöksytorna samt av det meddelade siffermaterialet i tabellerna 3—20 att största antalet plantor finnas genomgående kvar i de parceller, där det använda fröet kommit från samma temperaturzon som skogsodlingsplatsens. Näst bäst i detta avseende visar plantmaterialet från närmast varmare temperaturzon.[1]

Med en indelning i så stora zoner (så pass få zoner, som här gjorts) har det visat sig att åtminstone i några fall bättre resultat nåtts med frö inom samma zon, i den mån fröets skördeplats legat närmare skogsodlingsplatsen (d. v. s. haft ett med skogsodlingsplatsen mest likvärdigt klimat). Sålunda har exempelvis i Lycksele erhållits bättre resultat med frö från Hällnäs än från exempelvis Haverö. Å Brännbergstrakten har frö från Piteå och Torneå givit bättre resultat än frö från Bispgården och i Gällivare har t. o. m. frö från Piteå (zon III) varit att föredraga framför frö från Hamra (zon II), medan däremot Hamrafröet givit något bättre resultat där än frö från Bispgården. I nära anslutning till utgångsprocenten är *plantornas krokighet*. En förflyttning till annat klimat förorsakar hos tallen i stor utsträckning krokiga träd, ett väl känt förhållande, som tidigare fullständigt belysts av ENGLER, WIBECK (I) m. fl. Av förut angivna skäl äro de meddelade talen för procenten krokiga plantor inom ytorna 174 och 175 samt 183 ej jämförbara med dem från andra ytor och böra i detta sammanhang lämnas åsido. Plantorna äro f. ö. genomgående

[1] Gott resultat har också helt naturligt ernåtts härvidlag även av fröet från en kallare zon, men materialet är i detta avseende för ringa för att nöjaktigt belysa detta.

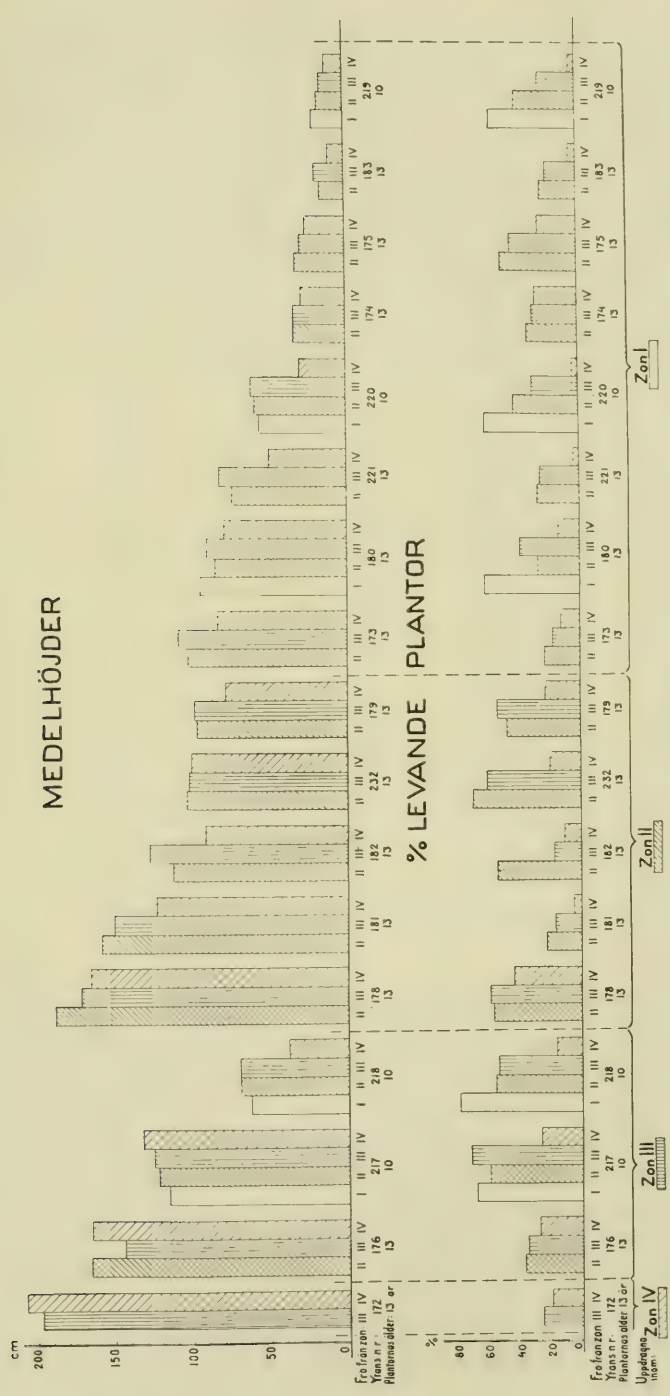


Fig 45. Grafisk framställning av tallplantornas medelhöjd inom olika försöksytor och % levande tallplantor inom de olika zonerna i Norrland, där de odlats.

Représentation graphique de la hauteur moyenne des plants de pins et du pourcent de plants vivants dans les différents champs d'essai et dans les différentes zones en Norrland. Frö från zon = semences de la zone. Ytans nr = N:o du champ d'essai. Plantornas ålder = âge des plants. Uppdragna inom = cultivés dans. Medelhöjder = hauteurs moyennes. % levande plantor = % des plants vivants.

Tab. 21. **Av snöskytte (*Phacidium infestans*) dödade eller**
Nombre des plants attaqués par le *Phacidium infestans*, vivants ou

Avd. n:r N° de la parcelle	Försöksfält Champ d'essai — Fröets härstamning trakt Lieu de provenance des semences		Ytan 176 Oxböle krpk. Jtl. — Antal lev. plantor 1919 samt då av snöskytte dödade plantor Total	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1919 *Phac. %*	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1922 *Phac. %*	Ytan 178 Västbyn, Frösön. Jtl. — Antal lev. plantor 1919 samt då av snöskytte dödade plantor Total	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1919 *Phac. %*	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1922 *Phac. %*
I	Kosta	Sm	670	60,7	67,9	220	44,1	81,4
II	Vitthult	»	507	77,9	73,4	185	29,2	83,2
III	Remma	»	540	70,4	70,7	244	25,0	76,6
IV	Bottnaryd	»	540	60,2	71,5	275	25,8	80,0
V	Hässleby	»	425	71,8	77,4	265	41,1	87,9
VI	Ö. Holaveden	»	437	81,2	80,8	257	38,9	86,8
VII	Åtvidaberg	Ög	460	83,0	77,6	242	23,1	79,3
VIII	Jönåker	Sdm	433	83,6	78,8	226	22,1	71,2
IX	Kinne	Vg	520	77,3	73,3	225	20,9	80,9
X	Tiveden	»	438	84,9	65,8	254	20,5	70,5
XI	Karlsby	Ög	284	78,2	72,9	227	28,2	52,0
XII	Skogshall	Sdm	280	58,9	54,3	196	17,3	42,3
XIII	Bjurfors	Vsm	285	42,1	50,9	198	16,2	43,9
XIV	Fagerberg	Dlr	375	31,2	39,7	203	8,4	22,9
XV	Hillevik	Gstr	262	46,6	43,9	194	13,4	24,2
XVI	Svärdsjö	Dlr	318	40,3	41,2	273	9,2	13,9
XVII	Voxna	Hls	390	34,9	35,6	243	5,3	9,9
XVIII	Haverö	Mpd	284	14,8	30,6	296	4,1	10,8
XIX	Bispgården	Jtl	366	16,9	43,2	329	4,3	11,2
XX	Hällnäs	Vb	—	—	—	—	—	—
XXII	Hamra	Dlr	—	—	—	—	—	—
XXIV	Strömsund	Jtl	—	—	—	—	—	—

[1] Å marken avd. XIX — Sur le terrain parc. XIX.
[2] » » » X — » » » » X.

rakast i de parceller, till vilka fröet hämtats från liknande klimat (samma zon). En avgörande faktor är vidare *plantornas tillväxt.* Härvid erhålles den största tillväxten (de längsta plantorna) med frö från samma varma klimat (samma zon) som skogsodlingsplatsen, och de näst bäst härutinnan från närmast varmare zon. En förflyttning utöver två zoner medför däremot som regel ännu sämre tillväxt (kortare plantor).

Den olika *härdigheten mot snöskyttesvampen* hos tallplantor från skilda klimat har vid denna undersökning mycket starkt framträtt. Sedan snöskyttesvampen under de senaste 25—30 åren varit känd i vårt land[1],

[1] Första gången denna svamp observerades i Sverige var hösten 1896, då författaren fann den å 15-åriga tallar vid Bjurfors i Västmanland. Den bestämdes då godhetsfullt av fil. kand. Lars Romell.

starkare angripna plantor inom några av försöksytorna.
succombés, en % du total des plants non péris par d'autres causes.

Ytan 179 Hårkaskogen, Lit. Jtl.			Ytan 180 Renålandets krpk. Jtl.			Ytan 181 Svartbergets förs. p. Vb.		
Antal lev. plantor 1919 samt då av snöskytte dödade plantor Total	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1919 *Phac.* %	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1922 *Phac.* %	Antal lev. plantor 1919 samt då av snöskytte dödade plantor Total	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1919 *Phac.* %	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1922 *Phac.* %	Antal lev. plantor 1919 samt då av snöskytte dödade plantor Total	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1919 *Phac.* %	Av snöskytte dödade el. angripna levande plantor 1922 *Phac.* %
148	40,5	58,1	161	13,7	59,0	126	54,8	96,0
98	17,3	19,4	91	12,1	70,3	167	58,7	93,4
168	16,1	23,1	119	6,7	63,0	157	56,7	88,5
116	15,5	20,7	201	6,5	60,7	114	49,1	93,9
97	23,7	32,0	57	8,8	73,7	194	59,8	97,4
83	20,5	41,0	142	2,8	78,9	129	65,1	93,0
149	22,1	55,7	—	—	—	163	87,1	96,9
126	38,1	52,4	—	—	—	162	89,5	96,9
160	24,4	41,9	—	—	—	155	91,0	96,8
175	25,1	41,1	—	—	—	113	85,0	[1] 98,2
78	33,3	30,8	—	—	—	115	83,5	99,1
136	21,3	20,6	—	—	—	151	82,1	96,7
182	7,7	6,0	273	1,8	52,7	158	84,8	96,8
213	6,1	10,8	193	2,2	53,9	255	90,6	81,2
162	8,6	8,0	117	5,1	51,3	236	95,3	95,3
199	9,5	7,5	124	0,8	38,7	236	93,6	90,7
221	9,5	11,8	112	1,8	21,4	242	85,1	80,6
222	10,8	14,4	180	0,6	31,1	177	65,5	66,7
287	10,1	11,1	279	3,2	20,4	184	52,2	[2] 52,2
—	—	—	—	—	—	209	33,0	72,2
—	—	—	94	1,1	36,2	—	—	—
—	—	—	117	—	7,7	—	—	—

har den alltmer framträtt som den farligaste fienden för skogsodlingarna i Norrland, svampen är nämligen hittills iakttagen obetydligt söder om 60:de breddgraden. Den förorsakas som bekant av ascomyceten *Phacidium infestans* KARST. och är först beskriven från Finland. Visserligen kan svampen angripa tallen vid vilken ålder som helst, men sporerna förmå endast, enligt LAGERBERG (II), att infektera barren på sådana grenar, som ligga under snötäcket. Svampens härjningar bli därför skadligast vid en viss period, vanligen vid plantornas 10-årsålder. I den mån skogsodlingar av tall förekommit å vidsträcktare områden och nått denna ålder, ha därför snöskyttets härjningar särskilt framträtt. När förf. under sina resor ofta påträffat svårare snöskytteskador i tallkulturerna, har han sökt taga reda på det använda fröets proveniens. Ofta har då

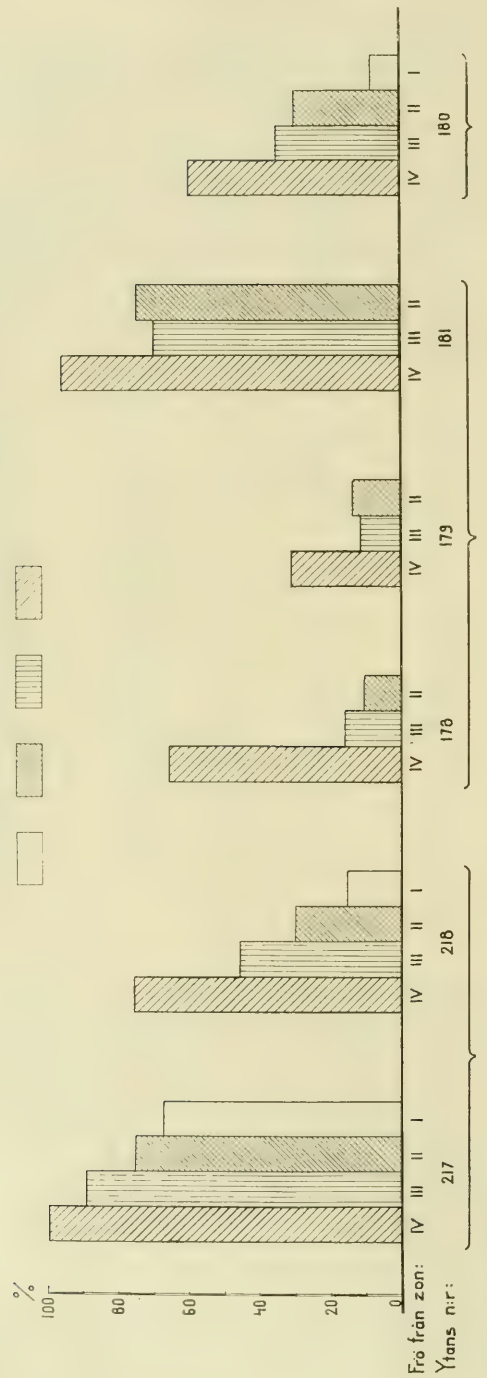


Fig 46. Grafisk framställning över av snöskytte (*Phacidium infestans* KARST.) angripna tallplantor inom olika försöksytor.
Représentation graphique du pombre % de plants attaqués par le *Phacidium* dans les différents champs d'essai. Pour explication, voir en outre fig. 45.

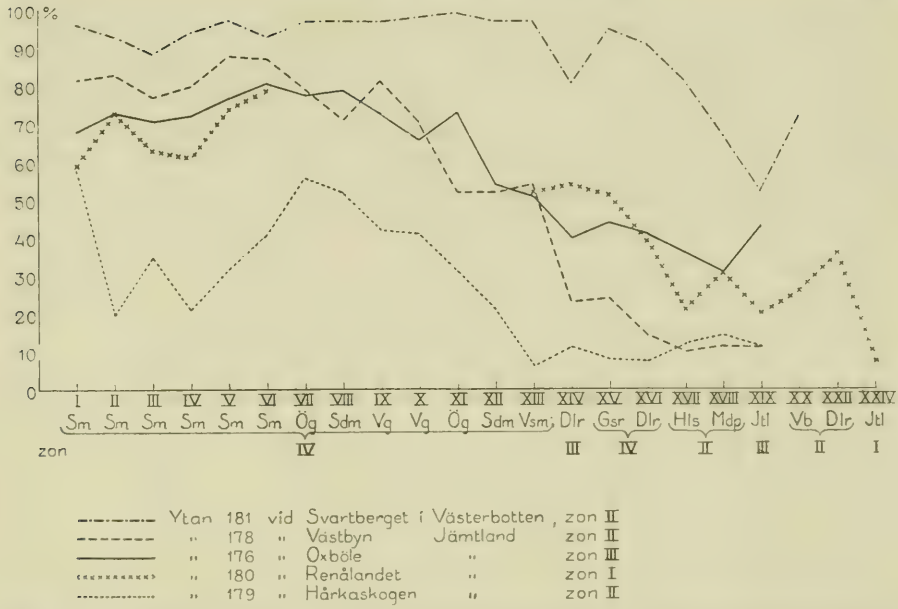


Fig. 47. Grafisk framställning över snöskyttets (*Phacidium*) härjningar inom några av ytorna.
Représentation graphique des dégâts occasionnés par le *Phacidium* dans quelques-uns des champs d'essai.

meddelats, att köpfrö kommit till användning, och då kan man alltid misstänka, åtminstone om kulturen gjorts före år 1907, att inköpt frö från skogsfröklängningarna i södra och mellersta Sverige kommit till användning. Vid de stora härjningarna av snöskyttet i Hälsingland för några år sedan å flera av de stora bolagsskogarna framhölls med skärpa, att fröet inköpts från en privat fröklängningsanstalt i Ljusdal. Men åtminstone något år i början på 1900-talet köptes rätt mycket frö av innehavaren av denna fröklängningsanstalt från en fröklängningsanstalt i Värmland. En del frö levererades dock dessa år från en fröklängningsanstalt i södra Småland till omnämnda fröklängningsanstalt i Värmland. Det är sålunda icke omöjligt att en del tallfrö kommit upp till Hälsingland från södra Småland. År 1919 fann författaren svåra härjningar av snöskytte på några tallsådder å Hemsön i Ångermanland. Vid förfrågan om tallfröets proveniens erhölls här den uppgiften, att sådden utförts året innan skogsägaren skaffade sig egen fröklängningsanstalt. Med säkerhet voro tallarna från sydliga trakter, vilket även trädens typ tydde på.

Under år 1888, de stora skogseldarnas år, uppstod den stora brännan nordväst om Mora. I början på 1900-talet utfördes här enligt C. A. GUSTAVSON (I) omfattande skogsodlingar med hjälp av skolbarnen. Under åren 1905—1906 åtminstone skulle härvid ha använts tallfrö från Värmland och Bergslagen. GUSTAVSON uppger, att våren 1916 voro de

flesta av plantorna angripna av snöskyttet. Däremot skola de sådder, som blevo utförda åren närmast efter branden med i Dalarna insamlat frö gått mycket bra till. Här föreligger synbarligen en intressant uppgift om det sydliga fröets mindre härdighet för skyttet. Den ifrågavarande brännan ligger på gränsen mellan zon II och III, och det är då ej annat än att vänta, att frö från zon IV, som tydligen blivit använt här 1905—1906, skall ge upphov till plantor, som mycket lätt stryka med av snöskyttesvampen.

Ett annat slående exempel fann förf. sommaren 1920 i Frostvikens revir. Enligt WIBECK (IV) anlade revirförvaltningen åren 1911 och 1912 ett försöksfält i närheten av Fiskåvattnet. Här utsattes en del främmande barrträdsarter, men dessutom utfördes på 5 avdelningar rutsådd, å två med frö från Gäddede i Jämtland och tre med Bispgården. Vidare utfördes planteringar med $\frac{1}{0}$- och $\frac{2}{0}$-åriga tallplantor från Hotagens, Frostvikens, Strömsunds och Laxsjö socknar i Jämtland. Av WIBECKS skildring 1918 synes framgå, som om skogsodlingarna gått väl till och som någon framträdande skillnad ej funnes på de olika tallfröprovienserna. Han betonar dock med rätta, att det då var för tidigt (att skogsodlingarna ännu voro för unga) för att ge något utslag till viss nackdel för någon fröproveniens. Två år senare vid den av HOLMBÄCK (I) skildrade exkursionen till Fiskåvattnet framhöll förf. (SCHOTTE VII), hurusom det nu tydligt framginge, att plantorna från Bispgården voro avsevärt angripna av snöskytte, medan plantorna av frö från Gäddede och Hotagen samt andra nordliga provenienser syntes vara fria från snöskyttesvampen.

Skogsodlingsplatsen vid Fiskåvattnet ligger inom zon I och de tallplantor, som voro skyttefria, härstammade från samma zon, medan Bispgården å kartan ligger inom zon III. En skogsodling av tallfrö från Bispgården till jämtländska fjälltrakter är således dömd att förr misslyckas än av frö från zon I i inre Jämtland.

Snöskyttets härjningar å nu föreliggande undersökningsserier finnes angivet i tabellerna 3—20, där en kolumn angiver procenten snöskytteskadade plantor av de levande plantorna 1922. Dessa siffror visa i stort sett att sydsvenska provenienser äro mera angripna än nordsvenska. Men siffrorna ge i och för sig intet direkt tal på omfattningen av snöskyttets härjningar, då under årens lopp ett stort antal plantor dött av snöskytte. Alltid har det ej heller varit möjligt bestämma, huruvida en planta strukit med av snöskytte, frost eller annan orsak, särskilt om plantan dött flera år, innan första fullständiga revision av ytorna ägde rum år 1919. För några av ytorna eller n:r 176, 178—181 gjordes emellertid så noggranna anteckningar som möjligt om snöskytteangreppen

1919 samt över av snöskytte dödade plantor åren 1919—1922. En sammanställning över dessa observationer återfinnes i tabell 21. Härav framgår tydligt, att plantor av frö från hemorten eller samma temperaturzon som skogsodlingsplatsen angripits i mycket mindre grad än plantor från ett avsevärt varmare klimat. Talen i tabell 21 äro grafiskt återgivna å fig. 47. Vi finna också exempelvis huru plantor från Fagerberg i Dalarna (zon III) vid skogsodling inom zon III och II mindre angripits av snöskytte än plantor från delar av Dalarna och Gästrikland inom zon IV. I fig. 46 har slutligen med staplar grafiskt återgivits, huru plantor från skilda zoner (alla nummer inom samma zon sammanslagna) rett sig mot snöskyttet vid odling inom zon III—I.

Slutligen förekommer i tabellerna 3—20 en uppskattning över *barrens ålder* å de olika avdelningarna inom respektive ytor. Alla skildrare av den s. k. nordsvenska tallrasen och senast SYLVÉN (I) ha framhållit, att den högre barråldern hos denna tallform i motsats till den sydsvenska utgör ett gott kännemärke för den nordsvenska tallen. SYLVÉN anger barråldern normalt till 2—4 år för sydsvensk tall och normalt 5 år och därutöver för nordsvensk tall. Förf. har vid sina undersökningar avsett barråldern hos huvudaxeln hos plantorna och överhuvudtaget funnit den kortare. Vidare synes denna barrålder ej vara någon konstant urskiljbar egenskap för de båda huvudtalltyperna. Redan förut har förf. (SCHOTTE III—IV) påvisat att redan hos 7- och 12-åriga skogsodlingar med norrländsk tall från zon III i Västergötland ej kunde iakttagas någon högre barrålder än hos sydsvenska tallar i Västergötland. Det nu föreliggande materialet visar, att i huvudsak och i stort sett vid dessa planteringar i Norrland knappast kan förmärkas någon större barrålder hos norrlandsplantorna än hos de sydsvenska. Å några ytor ha visserligen en del avdelningar av nordsvensk tall något högre ålder (i medeltal omkring $^1/_2$ år), men detta motväges av att vissa avdelningar med sydsvenska tallar kunnat uppvisa den största barråldern vid förflyttning till Norrland.

Härav torde man sålunda få draga den slutsatsen, att tallens barrålder är ett utslag för allenast ortens klimat. Förflyttas en nordsvensk tallplanta med normalt omkring 4 års barr på huvudaxeln söderut, så blir barråldern snart omkring 2 år, i likhet med vad de inhemska tallplantorna ha i södra Sverige. Förflyttas sydsvenska tallplantor med normalt 2 års barr till Norrland, erhålla de snart en barrålder av 3—4 år.

Sammanfattning.

Av den lämnade utredningen vill författaren draga följande slutsatser för det praktiska skogsbruket.

Vid skogsodling av tall bör största möjliga omsorg ned-

läggas på att för skogsodlingsplatsen lämpligt frö[1] kommer till användning. Sålunda bör avgjort företräde givas ortens frö, men behöver tallfrö anskaffas från annan ort, måste det tagas från en trakt med ett med skogsodlingsplatsen i stort sett likvärdigt klimat.

Som rättesnöre här kan användas temperaturen under vegetationsperioden. Som ledtråd härvid har i fig. 1 landet uppdelats i temperaturzoner efter medeltemperaturen under månaderna juni—sept. En förflyttning av tallfrö inom en och samma här angiven zon synes kunna ske tämligen riskfritt. Någorlunda goda skogsodlingsresultat torde även kunna erhållas med frö från 1 grads varmare temperaturzon. Härvid bjuder dock försiktigheten att vid samtidig förflyttning av frö mot norr ej taga frö från en varmare zon mera än cirka 3 breddgrader från skogsodlingsplatsen.[2] Vid sådan förflyttning bör också vederbörlig hänsyn tagas till skilda höjdlägen, så att ej alltför stort avsteg göres från den först angivna huvudprincipen. Slutligen kan säkerligen gott skogsodlingsresultat ernås vid förflyttning av frö från en kallare zon till en varmare. En förflyttning av frö från mildare till barskare klimat utöver två av de här angivna zonerna är under alla förhållanden förkastlig.

Vidare framgår av dessa undersökningar

att snöskyttet (*Phacidium infestans*) i allmänhet och särskilt i övre Norrland angriper plantor från ett mildare klimat i mycket högre grad än de som komma från ett med skogsodlingsplatsen mera likvärdigt klimat, att plantor från ett barskare klimat t. o. m. synas vara härdigare mot snöskytte än plantor från ortens frö samt att barråldern redan hos 10—13-åriga tallplantor av sydsvensk härstamning blir i Norrland äldre än vad som är vanligt i det mildare, från vilket plantorna härstamma.

Orsaken till att skogsodlingar i Norrland tidigare misslyckats i så stor omfattning är huvudsakligen att söka däruti att för orten olämpligt tallfrö kommit till användning.

* * *

[1] Beträffande granen behöver säkerligen ej iakttagas samma försiktighet. Av förf. vid ovannämnda föredraget den 16 mars 1923 meddelade undersökningar i Sverige rörande granfrö från olika trakter i Europa komma inom kort att publiceras i annat sammanhang.

[2] Detta gäller åtminstone för zon I. Det är möjligt att för dessa extremare delar av landet breddgraden (årets medeltemperatur) spelar något större roll.

För anskaffande av material till denna ganska omfattande undersökningsserie samt vid undersökningarnas utförande har författaren under årens lopp biträtts av ett stort antal personer. Förutom flera vid skogsavdelningen anställda tjänstemän har det varit skogspersonalen såväl å ett flertal statsrevir som å enskilda skogsförvaltningsområden, som härvid varit behjälplig.

För själva kottinsamlingen är jag tack skyldig i första hand K. Domänstyrelsen, som i skrivelse den 6 mars 1909 (S II nr 380) gav order till statens skogspersonal om insamling av nödiga kottpartier.

Vidare till dåvarande bitr. jägmästaren i Värends revir (Kosta-delen) JOHN CARLSSON samt kronojägarna E. L. LUNDBERG och B. A. MALMBERG. Över bestånden, där kottarna plockades, har detaljbeskrivning utförts av dåvarande assistenten vid skogsavdelningen e. jägmästaren EDV. WIBECK med biträde av ovannämnda kronojägare;

Jägmästaren i Värends revir M. VON SCHANTZ och kronojägaren ERNST BERGSTRÖM i Vitthults bevakningstrakt;

Dåvarande jägmästaren AND. KOPP i det forna Västbo revir samt kronojägaren i Lunnarsbo bevakningstrakt O. OLSSON och i Bottnaryd A. G. BJÖRNBERG;

Jägmästaren i Eksjö revir H. NORDENADLER samt kronojägaren i Hässleby bev.-trakt N. A. JOHANSSON (detaljbeskrivning av växtplats för kottpartiet V utförd av jägm. WIBECK med biträde av kronoj. N. A. JOHANSSON och. e. kronojägaren J. M. CARLSSON) och kronoskogvaktaren J. D. GUSTAFSSON å häradsallmänningen Östra Holaveden;

Framlidne skogsförvaltaren G. BERG och herr W. CARLSTRÖM, baroniet Adelswärd, Åtvidaberg;

Framlidne skogsförvaltaren HELGE BERGMARK för Jönåkers häradsallmänning samt förutvarande skogvaktaren C. J. A. JANSSON;

Framlidne jägmästaren F. A. ASPENGRÉN i Kinne revir samt kronojägaren A. J. NYGREN å kronoparken V. Kinneskogen (detaljbeskrivning över kottplockningsbeståndet av jägm. WIBECK med biträde av kronoj. NYGREN);

Dåvarande jägmästaren A. W. SCHMIDT i Tivedens revir samt dåvarande tillförordnade jägmästaren ALFR. WIGELIUS;

Dåvarande jägmästaren i Karlsby revirdel G. KUYLENSTJERNA och kronojägaren J. A. JONSSON;

Dåvarande föreståndaren för Skogshalls skogsskola jägmästaren TH. GRINNDAL och skogsrättaren A. L. CARLSSON;

Dåvarande föreståndaren för Bjurfors skogsskola HENR. JULIUS;

Dåvarande jägmästaren i Österdalarnas revir C. G. TIMBERG, dåvarande assistenten i samma revir C. PHRAGMÉN samt kronojägaren SVEN EK och handlanden LIND ERIK OLSSON i Vikarbyn;

Skogschefen vid Kopparbergs och Hofors Sågverks Aktiebolag ERNST ANDERSSON samt framlidne skogsförvaltaren ERIK LINDSTEDT och dåvarande skogsförvaltaren ERIK NYMAN;

Förvaltaren vid Ljusne—Voxna Aktiebolag CARL WIDEGREN och skogvaktaren V. A. EKSTRÖM;

Jägmästaren i Medelpads revir IVAR PETRI och dåvarande kronojägaren E. NILSSON i Haverövallen;

Dåvarande skogsskoleföreståndaren AND. HOLMGREN, detaljbeskrivning över insamlingsplats för kottposten XIX utförd av jägm WIBECK med biträde av jägm. AND. HOLMGREN;

Dåvarande skogsskoleföreståndaren O. COOS och skogsrättaren O. F. CARLSSON, detaljbeskrivning över skördeplatsen för kottpartiet XX av jägm. WIBECK med biträde av ovannämnde skogsrättare;

Dåvarande jägmästaren i Piteå revir H. OUCHTERLONY, assistenten i reviret T. NETTELBLADT och kronojägaren E. J. ENSTRÖM;

Jägmästaren i Västra Hälsinglands revir J. E. NILSSON, dåvarande assistenten i reviret ARVID MODIN samt kronojägaren i Fågelsjö A. TH. STÄRNER;

Dåvarande tillf. jägmästaren i Jörns revir ERNST ELFVIK samt kronojägaren ANTON LINDGREN, detaljbeskrivning av växtplatsen för kottpartiet utförd av jägm. WIBECK med biträde av kronojägaren A. LINDGREN;

Dåvarande t. f. jägmästaren i Torneå revir W. LINDHÉ och skogstorparen, extra bevakaren C. J. RÖNNBÄCK.

Författaren har själv besökt insamlingsplatserna för kottpartierna II, V, VI, VIII, IX, X, XI, XIII, XVII och XVIII.

Klängningen av kotten har vid Finnerödja klänganstalt övervakats av jägmästare E. Wibeck med biträde av klängningsanstaltens dåvarande föreståndare F. G. Johansson.

Rörande *plantskolearbetet* står skogsförsöksanstalten i tacksamhetsskuld till skogschefen Ernst Andersson och framlidne skogsförvaltaren Erik Lindstedt (plantskolan i Ockelbo), skogschefen H. Winlöf, framlidne jägmästare H. Wolff (plantskola i Älvdalen) och dåv. e. jägmästaren Denis af Wåhlberg (plantskolan i Särna); dåvarande skolföreståndaren And. Holmgren (plantskolorna vid Bispgårdens skogsskola); biträdande jägmästaren Carl Björkbom, assistenten Knut Falck och kronojägaren Per Ström (plantskolan å Renålandet);

dåvarande skolföreståndaren O. Coos, (plantskolan i Hällnäs); dåvarande jägmästaren Arvid Montell och dåvarande kronojägaren H. P. Forsmark (plantskolan å Alträsk kronopark); förvaltaren för Gällivare sockenallmänning, jägm. O. E. Holm (plantskolan i Gällivare). —

Utseende av lämplig plats för de olika försöksfälten och deras utstakande har skett under ledning av förf. beträffande försöksytorna 173, 178, 179, 181 och 232. Dåvarande assistenten E. Wibeck svarar för ytorna 172, 182 (efter anvisning av jägm. Frithiof von Sydow), 183 och 221, dåvarande extra assistenten F. Aminoff ytorna 176 och 180 samt skogsbiträdet C. O. Gille (efter anvisning av jägm. Th. Fredholm) 175 och 174.

Själva planteringsarbetet har utförts av jägm. Wibeck å ytorna 172, 181, 182, 183 och 221, av dåv. jägm. F. Aminoff å ytorna 176, 178, 179 och 180 av dåv. skogsbiträdet C. O. Gille å ytorna 173, 174 och 175 samt å ytan 232 av dåv. extra jägmästare A. Vange. Sedermera utfördes hjälpplantaring år 1913 å ytorna 173—175 av skogsbiträdet C. O. Gille, å ytorna 178—180 av skogsbiträdet Gösta Mellström samt å ytorna 176 och 181 av jägm. E. Wibeck. De fyra såddytorna 217, 218, 219, 220 ha utsatts och anlagts av jägm. E. Wibeck. En första revision av resultaten utfördes beträffande ytorna 181, 182, 183, 221 och 232 samt 219 och 220 av jägm. Wibeck, som publicerat de första resultaten från dessa undersökningar år 1913 i försöksanstaltens meddelanden, varjämte förf. i flygblad nr 3 lämnat några siffror från ytan 232. Likaledes har i Program för Svenska Skogsvårdsföreningens 12:e exkursion 1916 lämnats redogörelse för revisionsresultaten av år 1913 och 1916 för ytorna 232, 220 och 221.

Revision av de olika ytorna ha utförts följande år och av angivna förrättningsmän:

Ytan

172 1919 $^{14}/_{7}$ assistenten S. Petrini.
1922 $^{13}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. Mellström.
173 1919 $^{3}/_{7}$ och $^{4}/_{7}$ assistenten S. Petrini.
1922 $^{11}/_{7}$ skogsmästaren J. R. Carlsson.
174 1919 $^{7}/_{7}$ assistenten S. Petrini.
1922 $^{8}/_{7}$ skogsmästaren J. R. Carlsson.
175 1919 $^{9}/_{7}$ assistenten S. Petrini.
1922 $^{8}/_{7}$ skogsmästaren J. R. Carlsson.
176 1914 $^{19}/_{5}$—$^{28}/_{5}$ assistenten E. Wibeck.
1919 $^{3}/_{7}$ och $^{4}/_{7}$ skogsbiträdet G. Mellström.
1922 $^{7}/_{8}$ skogsbiträdet H. Darnald.
178 1916 $^{21}/_{9}$ och $^{22}/_{9}$ skogsbiträdet F. Mareld.
1919 $^{14}/_{7}$—$^{18}/_{7}$ skogsbiträdet H. Andrén.
1922 $^{5}/_{7}$ förste skogsbiträdet G. Mellström.
179 1919 $^{17}/_{7}$ och $^{18}/_{7}$ skogsbiträdet H. Andrén.
1922 $^{3}/_{7}$ och $^{4}/_{7}$ förste skogsbiträdet G. Mellström.
180 1919 $^{23}/_{7}$ skogsbiträdet H. Andrén.
1922 $^{14}/_{7}$ » H. Darnald.
181 1916 $^{21}/_{8}$ skogsbiträdet F. Mareld.
1918 $^{31}/_{7}$ förf. och skogsbiträdet G. Mellström (avd. I—VI samt XIV—XVII).
1922 $^{28}/_{7}$ och $^{30}/_{7}$ skogsbiträdet H. Darnald.
182 1916 $^{29}/_{8}$ skogsbiträdet F. Mareld.
1919 $^{25}/_{5}$—$^{28}/_{5}$ assistenten S. Petrini.
1922 $^{27}/_{7}$—$^{28}/_{7}$ skogsbiträdet H. Darnald.
183 1913 $^{6}/_{6}$—$^{10}/_{6}$ assistenten E. Wibeck.
1914 $^{10}/_{6}$ » » »
1916 $^{14}/_{6}$ » »

183 1916 $^{10}/_{7}$ författaren.
1922 $^{1}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM,
221 1913 $^{6}/_{6}$—$^{10}/_{6}$ assistenten E. WIBECK.
1914 » »
1916 $^{8}/_{6}$ » » »
1919 $^{10}/_{7}$ skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
1922 $^{2}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
232 1913 $^{21}/_{6}$ assistenten E. WIBECK.
1916 $^{27}/_{6}$—$^{28}/_{6}$ assistenten E. WIBECK.
1919 $^{17}/_{7}$ skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
1922 $^{30}/_{7}$ och $^{31}/_{7}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
217 1913 $^{19}/_{5}$ assistenten E. WIBECK.
1914 » » »
1915 $^{28}/_{5}$ » » »
1919 $^{4}/_{7}$ skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
1922 $^{7}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
218 1913 $^{20}/_{5}$ assistenten E. WIBECK.
1914 » » »
1915 $^{28}/_{5}$ » » »
1919 $^{5}/_{7}$ skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
1922 $^{5}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
219 1913 $^{5}/_{6}$ assistenten E. WIBECK.
1914 $^{10}/_{6}$ » » »
1915 $^{16}/_{6}$ » » »
1916 $^{14}/_{6}$ » » »
1919 $^{10}/_{7}$ författaren.
1922 $^{1}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
220 1913 $^{4}/_{6}$ assistenten E. WIBECK.
1914 $^{8}/_{6}$ » » »
1915 $^{17}/_{6}$ » » »
1916 $^{8}/_{6}$ skogsbiträdet F. MARELD.
1919 $^{10}/_{7}$ skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.
1922 $^{2}/_{8}$ förste skogsbiträdet G. MELLSTRÖM.

Författaren har själv satt ut de olika försöksfälten åren 1909—1911 eller givit närmare anvisning för deras placering. Vidare har han besökt samtliga försöksfält antingen år 1919 eller år 1922 och gjort anteckningar om plantornas utveckling på de olika parcellerna m. m.

ANFÖRD LITTERATUR.

GRENANDER, T. (I): Kort handledning i vården av övre Norrlands skogar. Stockholm 1909.

G[USTAVSO]N, [C. A.] (I): Tvärsigenom Sverige. Från Gävle till Idre. Skogvaktaren 1920, s. 105—116.

H(ERMELIN), TH. (I): Föryngring och återväxt i norrländska skogar. Årsskrift från Fören. för skogsvård i Norrland 1905.

HOLMBÄCK, BURE: Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion till skyddsskogarna inom Frostvikens revir i juli 1920. Skogsvännen 1920, s. 87—120.

HOLMERZ, C. G. och ÖRTENBLAD, TH. (I): Om Norrbottens skogar. Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet 1885.

JONSON, TOR (I): De nordiska ländernas skogsproduktion och dess framtida utvecklingsmöjligheter. I: Sverige. Skogen 1923, s. 241—264.

LAGERBERG TORSTEN (I): Studier över den norrländska tallens sjukdomar, särskilt med hänsyn till dess föryngring. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanst. h. 9, s. 135—170; även Skogsv. tidskr. 1912, s. 291*—326*.

—— (II): Tallskytte och snöskytte. Statens Skogsförsöksanst. flygbl. 5. Skogen 1915, sid. 117—126.

LINDBERG, FERD. (I): Om barrträdskulturer i Norrland. Skogsv. t. 1915. Suppl.

—— (II): Sådd eller plantering? Om faran för rotdeformering vid omskolning och barrotsplantering, särskilt spettplantering, av barrträdsplantor. Skogen 1920, s. 97—114.

SCHOTTE, GUNNAR (I): Förslag till program för undersökningar vid skogsavdelningen av Statens Skogsförsöksanstalt åren 1909—1911. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 6, s. 18—26, även Skogsv. t. 1909, s. 238—246.

—— (II): Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1909—1911 jämte förslag till program för treårsperioden 1912—1914. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 9, s. 15—33, även Skogsv. t. 1912, s. 79*—97*.

—— (III): Om betydelsen av fröets hemort och moderträdets ålder vid tallkultur. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 7, 229—238, Skogsv. t. 1910, s. 413*—422*.

—— (IV): Tallplantor av frö från olika hemort. Ett bidrag till proveniensfrågan. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst. h. 11, s. 61—107, Skogsv. t. 1914, s. 727—773.

—— (V): Ett observandum vid inköp av skogsfrö. Statens Skogsförsöksanstalt. Flygbl. n:r 3. Skogen 1914, s. 281—284.

—— (VI): Beskrivning över skogsavdelningens proveniensyta å Alträsk kronopark. Skogsförsöksanst. Exkursionsled. III, s. 21—24.

—— (VII): Yttrande vid Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion till skyddsskogarna inom Frostvikens revir i juli 1920. Skogsvännen 1920, s. 97—98.

—— (VIII): Framställningar rörande avd. å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. Utlåtande. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 19, s. 85—103.

—— (IX): Proveniensfrågan: betydelsen av fröets hemort vid skogsodling. Skogsbruk, Trävaru- och Pappersindustri. Specialkatalog. Jubileumsutställningen i Göteborg 1923. S. 67—77.

SYLVÉN, NILS (I): Den nordsvenska tallen. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 13—14, sid. 1—110. Skogsv. t. 1916, s. 783—884.

WIBECK, EDVARD (I): Tall och gran av sydlig härkomst i Sverige. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 9, s. 75—134. Skogsv. t. 1912, s. 157*—216*.

—— (II): Om självsådd och skogsodling i övre Norrland, Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 10, sid. 91—138. Skogsv. t. 1913, s. 387*—434* (särskilt 416*—431*).

—— (III): Om eftergroning hos tallfrö. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst. h. 13—14, s. 201—234. Skogsv. t. 1917, sid. 141—174.

—— (IV): Till några bilder från Fiskåvattnet i norra Jämtlands skyddsskogsområde. Skogsvännen 1918, s. 99—117.

—— (V): Om tall- och granfrö från Norrland. Skogen 1919, s. 97—107.

—— (VI): Det norrländska tallfröets grobarhet. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst., h. 17, s. 1—20.

—— (VII): Om missbildning av tallens rotsystem. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt, h. 20, s. 261—304.

ÖRTENBLAD, TH. (I): Om skogar och skogshushållning i Norrland och Dalarna. Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet 1893.

RÉSUMÉ.

La provenance des semences du pin sylvestre — une question très importante pour la régénération des forêts en Norrland. (Quelques problèmes relatifs à la régénération dans la Suède septentrionale I.)

Depuis le commencement de notre siècle on a essayé avec la régénération artificielle des forêts aussi en Norrland (la partie septentrionale de la Suède). Les résultats n'en étaient au début pas du tout favorables. Aujourd'hui il ne reste plus rien de la plupart des semis. À cette époque-là on ne disposait pour les semis pas de semences de provenance de Norrland. On croyait même que c'était pratiquement impossible de gagner de telles semences en quantité suffisante. On prenait donc des semences de la Suède centrale ou méridionale ou de l'Allemagne, toujours avec le même insuccès.

En 1919, l'Institut de recherches forestières de la Suède commença des recherches systématiques sur la possibilité d'employer sans désavantage en Norrland des semences du pin sylvestre provenant de parties du pays où le pin fructifie mieux.

Le matériel de semences employé.

Les semences employées pour les essais furent extraites de cônes cueillis de pins sur pied faisant part d'un peuplement homogène au possible et qui avaient en général 50 à 100 ans. Tous ces arbres ont été réservés. Ils furent marqués pour assurer leur identification dans la suite.

Les massifs où l'on a choisi lesdits semenciers sont situés à 24 différentes places représentant de différentes zones climatiques. Pour leurs noms, situation géographique, altitude etc., voir tabl. 1, p. 313, et la carte fig. 1, p. 317. Les chiffres romains sur la carte indiquent les zones que l'auteur discerne d'après la température durant la période de la végétation (juin— sept.). Dans l'aperçu détaillé sur la récolte de cônes (p. 309—312) on trouvera indiqué en caractères nourris à laquelle de ces zones appartient chacun desdits 24 lieux.

Les essais.

Les champs d'essai pour les cultures sont situés à différentes places en Norrland dans les zones I—IV, pour la plupart dans des forêts de pin mousseuses. Les essais comprennent 13 séries avec plantation, et 4 séries, où les semences furent semé directement. Celles-là sont énumérées avec indication de nom, province, altitude, situation géographique et zone de température p. 314—315, celles-ci avec les mêmes indications p. 315. Pour les séries de plantation, les semences furent semées dans des pépinières à 8 différentes localités (A—H, p. 312—314) et les semis (non repiqués) furent plantés à leurs places définitives pour la plupart après 2 ans, mais sur les trois champs les plus septentrionaux après 3 ans (1912, respectivement 1913). Les 4 séries semées directement datent de 1912. Les semences employées (voir tabl. 2, p. 316) dans ces derniers essais comportent, outre le restant de six parties de se-

mences employées pour les séries de plantation, quatre parties de graines provenant de différentes places de Norrland. On a semé sur potets, 10 à 20 graines par potet, selon les facultés germinatives des semences.

Le total des 18 séries d'essai peut être groupé en 4 bandes, en travers du pays, groupement employé dans la description de détail des champs de plantation dans le texte suédois, p. 318—373 (les champs semés sont traités séparément, p. 373—379). Du sud vers le nord, ils se suivent: la première bande transversale avec les champs N°s 172 à Ovansjö, (zone de temp. IV), 173 à Älvdalen (à la limite entre zones I et II), 174 à Älvros (zone I) et 175 à Idre; la deuxième bande avec les champs N°s 176, 177 et 217 à Oxböle, 218 à Gersjön (tous zone III), 178 à Frösön, 179 à Hårkaskogen (les deux zone II), et 180 à Renålandet (zone I); la troisième bande avec les champs N°s 181 à Svartberget et 182 à Lycksele; et enfin le plus vers le Nord la quatrième et dernière bande avec les champs N°s 232 à Alträsk, 220 et 221 à Kavaheden près Gällivare, et 183 et 219 à Kuortisrova près Sikträsk. La description en détail des champs d'essai a été omise dans le résumé, mais on pourra se renseigner à l'aide des tables et des illustrations qui sont expliquées en français.

Les résultats.

Selon la situation à l'époque où les essais furent commencés il ne rentrait pas dans le plan des recherches d'examiner les suites d'un transfert du pin sylvestre vers le Sud, seulement vers le Nord. De nos jours, aussi la première de ces questions présente un problème actuel, qui sera l'objet de recherches déjà commencées.

Les chiffres contenus dans les tabl. 3 jusqu'à 20 montrent que le pourcent des plants vivants à l'âge de 13 ans est en général remarquablement petit. Cela tient à différentes choses. Comme les semis pour les plantations furent faits à 6 places seulement, d'où les jeunes plants furent transportés aux champs de plantation, cela se pouvait qu'ils furent endommagés par le long transport (spécialement un des champs de la série 182 à Lycksele). Dans certains districts en Norrland il était impossible d'avoir des gens habitués au travail de plantation et on ne pouvait pas toujours exécuter les travaux dans la saison la plus favorable. Aussi l'été 1911 fut assez chaud et sec. Enfin, la méthode de plantation employée à plusieurs endroits (plantation expéditive à l'aide d'une bêche conique) est selon LINDBERG et WIBECK un peu risquée. Malgré tout cela, les différences entre les diverses provenances ressortent clairement des observations. Pour la discussion, le matériel sera groupé d'après les zones de température (voir la carte, fig. 1) desquelles il était déjà question ci-dessus à propos de la récolte des cônes. Voici la caractéristique et l'aire en pourcent du pays entier de chacune de ces zones:

Zone			I	II	III	IV	V
Temp. moy. durant les mois juin—sept.	9	10	11	12	13	14	15
Aire, % du pays entier	6,9	9,3	18,2	18,3	12,2	21,7	13,4

Les observations destinées à caractériser l'aptitude des plants au climat peuvent être groupées sous 5 titres.

Le pourcent de plants péris peut dépendre de maints facteurs; cependant il semble que les plants morts sont avant tout gelés ou attaqués par le *Phacidium infestans*. La description en détail des champs d'essai et les chiffres des tableaux 3—20 montrent qu'il reste le plus de plants dans les parcelles où les semences employées proviennent de la même zone où est située la place de culture. Le deuxième rang occupent en général les cultures issues de semences de la zone voisine plus chaude. Les résultats des cultures avec des semences d'une zone plus froide sont naturellement bons aussi, mais le matériel de ce genre est insuffisant (voir ci-dessus). Même entre de semences provenant de la même zone on a pu constater des différences. Ainsi, à Lycksele, les semences de Hällnäs ont donné de meilleurs résultats que celles de Haverö; dans la contrée de Brännberg, les semences de Piteå et de Torneå de meilleurs que celles de Bispgården; à Gällivare, les semences de Piteå (zone III) ont été meilleures que celles de Hamra (zone II), mais ces dernières meilleures que les semences de Bispgården.

Tortuosité des plants. Le pin sylvestre transféré dans un autre climat montre en abondance des tortuosités (ENGLER, WIBECK et d'autres). Les chiffres pourcent de plants tortueux dans les champs 174, 175 et 183 ne sont pas comparables à ceux des autres champs. Les faibles tortuosités — qui disparaissen dans la suite — chez des plants aussi petits que ceux de ces 3 champs n'ont pas ailleurs été comprises dans les statistiques. Sans cela les plants sont les plus droits partout là, où les semences sont prises de la même zone où est située la culture.

L'accroissement en hauteur des plants montre le même rapport avec la provenance des semences; les plants provenant de la zone même où il sont cultivés sont les plus longs et ceux provenant de la zone voisine plus chaude tiennent le deuxième rang. Des semences transférées de plus que de deux zones ont en général donné des plants plus courts.

La résistance contre le Phacidium infestans s'est aussi montrée comme un caractère intimement lié à la provenance des semences. Ce champignon parasite, connu en Suède depuis 30 ans seulement, est devenu peu à peu le plus dangereux ennemi des cultures de pin en Norrland. Les chiffres dans les tabl. 3—20 montrent qu'en général les plants de provenance du Sud de la Suède sont plus attaqués que ceux de provenance de Norrland, bien que ces chiffres ne donnent pas une mesure exacte des dégâts causés aux différentes cultures par le *Phacidium*. C'est que dans le cours des années un grand nombre de plants a succombé à l'attaque du champignon et qu'il n'a pas été possible de décider pour chaque plant, s'il est mort par cela ou par d'autres causes. Pour les champs N°s 176 et 178—181 on a fait des relevés aussi détaillés que possible durant les années 1919—1922, d'où il ressort clairement que les plants provenant de la zone même où ils sont cultivés sont bien moins attaqués que ceux provenant de zones sensiblement plus chaudes (tabl. 21, p. 386—387; les chiffres du tableau sont donnés graphiquement dans la fig. 47, p. 389.) Dans la fig. 46 se trouve une représentation graphique montrant comment les plants provenant de différentes zones se sont comportés vis-à-vis du *Phacidium*, cultivés dans les zones III, II et I respectivement.

La longévité des aiguilles est normalement plus grande chez la forme du Nord du pin sylvestre qu'elle n'est chez la forme du Sud de la Suède. On a

donné comme chiffres de l'âge normal des aiguilles 5 ans pour la forme du Nord et 2—4 ans pour la forme du Sud et on a prétendu (p. ex. SYLVÉN) que cette différence de longévité forme une bonne caractéristique de ces deux formes. D'après les observations de l'auteur sur la longévité des aiguilles de l'axe principale des plants, elle est partout moins grande que d'après les chiffres aités, et elle ne semble pas être un caractère constant héréditaire. On ne ceut guère en général remarquer une différence entre les plants de provepance différente, s'ils sont cultivés ensemble (voir les tabl. 3—20). Il semble nu contraire, que la longévité des aiguilles soit déterminée par le climat, et qu'elle soit, indépendemment de la provenance du Nord ou du Sud, de 2 ans environ au Sud de la Suède, et de 3—4 ans en Norrland.

Conclusions.

Il faut faire bien attention à la provenance des semences du pin sylvestre employées pour la régénération artificielle. De préférence on doit employer des semences de la contrée même, et s'il est nécessaire d'en prendre d'une autre provenance, il faut choisir des semences d'une contrée avec un climat pareil à celui du lieu de la culture à faire. À ce respect, on peut se tenir à la température moyenne de la période de la végétation (juin—sept). Un transfert entre des lieux différant de moins que de 1° C. dans cette moyenne ne semble guère entraîner des risques. D'assez bons résultats pourront probablement encore être obtenus en prenant des semences d'une zone de température de 1° C. plus élévée que celle du lieu de la culture. Il vaudra pourtant mieux, si on prend des semences d'une zone 1° plus chaude, d'eviter en tous cas des transferts vers le nord de plus de 5° de latitude. Aussi faut-il eventuellement prendre égard à l'altitude. De bons résultats pourront enfin sans doute être obtenus avec des semences provenant de contrées plus froides que le lieu de la culture. Un transfert entre des lieux différant de plus que de 2° C. dans la moyenne pour la période de la végetation n'est sûrement jamais recommandable.

Les plants de provenance du Sud sont en Norrland plus attaqués par le *Phacidium infestans* que ne sont les plants de provenance du Nord.

L'insuccès frequent de la régénération artificielle des forêts de Norrland avait comme cause principale l'emploi de semences de pin de provenance impropre.

IVAR TRÄGÅRDH

SKOGSENTOMOLOGISKA BIDRAG II.

1. Grankådflugan. *Chilosia morio* ZETT.

När man söker efter jättebastborren och systematiskt undersöker de kådflöden, som man påträffar på granstammar, visar det sig, att dessa hysa en rätt rik insektsfauna. Ofta påträffar man larver av vecklaretjärilar eller mott, men ännu vanligare är det, att man finner tomma flugpuparier i kådan. Dylika hade jag vid flera tillfällen observerat och insamlat men aldrig lyckats finna okläckta puparier, varför artens namn förblev obekant.

I september 1920 riktade emellertid jägmästare EDV. LUNDBERG, Kloten, min uppmärksamhet på förekomsten av en fluglarv i kådflöde på granen och insände material av densamma. Sedermera har larven upprepade gånger iakttagits under förhållanden, som längre ned skola skildras. Alla försök att kläcka djuret ha emellertid hittills misslyckats. Vid en hösten 1921 gjord studieresa till Tyskland och Österrike besöktes den gamla skogsakademien i Tharandt nära Dresden och där omtalade dr. W. BAER, att han iakttagit en liknande larv och även lyckats kläcka densamma samt att den av dipterologen A. KUNTZE i Dresden bestämts till *Chilosia morio* ZETTERSTEDT. Material insamlat i Sverige sändes sedermera ned till BAER, som godhetsfullt gjort en noggrann jämförelse mellan larverna och ej kunnat finna någon skillnad mellan dem. Det är därför högst antagligt, att artens namn är det ovan nämnda. För skogsmannen spelar det i varje fall ingen mera betydande roll, vilken *Chilosia*-art det är, varför jag ej velat uppskjuta publicerandet av detta meddelande om flugan — för vilken jag föreslår det svenska namnet grankådflugan — tills artens latinska namn kunnat säkert fastställas, vilket kan dröja länge nog.

Redan tidigare ha fluglarver påträffats i kådflöden och sår på barrträd, frånsett de rätt talrika arter som förekomma i barkborrarnas gångar och vilka antingen äro rovdjur eller livnära sig av detritus o. d. (TRÄGÅRDH 1). BAER omnämnde sålunda larven till *Chilosia morio* i en fotnot till sin uppsats: »Beobachtungen und Studien über *Dioryctria splendidella* H. S. och *abietella* S. V.» men har ej närmare beskrivit fyndet eller larven. Även från Nord-Amerika föreligga uppgifter om flug

larver tillhörande samma släckte, *Chilosia*, med ett fullkomligt likartat levnadssätt (BURKE 1905), på vilka vi i det följande skola närmare ingå.

Då det är fråga om larven av en *Syrphid* eller svävfluga, ligger det närmast till hands att tänka, att djuret lever av några andra insekter, som förekomma i kådflöden. Ett närmare studium av litteraturen om svävflugelarvernas levnadssätt visar emellertid, att även om det stora flertalet är rovdjur och företrädesvis livnär sig av bladlöss och sköldlöss, så förekomma dock många undantag från denna regel. C. L. METCALF har i sitt arbete, »Syrphidæ of Maine», delat upp svävflugelarverna i flera grupper enligt deras levnadssätt och vanor. Han urskiljer följande grupper:

1. *Bladlusätaretypen* med fullständigt platt buksida, kroppen snabelformigt förlängd framtill och rundad baktill med korta utskott (sifon) för andhålen; mellan de bakre andhåleh enkla borst.

2. *Den borrande typen* med nästan cylindrisk kropp, mindre avsmalnande framtill än hos den första typen. Sifon kort med nedsänkt mittplatta och fingerlikt grenade, fjädrade hår.

Som typ för denna grupp nämnes *Merodon equestris*.

3. *Den kortsvansade, i smuts och orenlighet levande typen*, cylindrisk, med rundad främre del och de båda trakéstammarna tydligt synliga i sifonen, som bär tre par köttiga koniska sidoutskott. Sifonborst som i typ 2. Som exempel upptages *Syritta pipiens*.

4. *Den långsvansade, i orenlighet levande typen*. Sifon lång, böjlig, teleskopiskt utdragbar, åtminstone hälften så lång som kroppen. Slamflugor (*Eristalis*). Att märka är, att METCALF vid uppgörande av denna gruppindelning, som han själv erkänner, ej tagit hänsyn till BURKE'S arbete.

Vidare må här nämnas, att F. ECKSTEIN 1920 beskrev en *Syrphid*-larv, som av professor K. ESCHERICH anträffats i larvgångar av snytbaggen, och anser den stå i närheten av *Neoascia*, vilkens larv avbildats av LUNDBECK (s. 374), varjämte den senare i Diptera Danica lämnar en mängd uppgifter om *Syrphid*-larvernas levnadssätt, varav bl. a. framgår, att larver av olika *Chilosia*-arter leva i rötter av olika växter, som t. ex. *Carduus*- och *Cirsium*-arter. Däremot upptager han inga *Chilosia*-arter bland dem, vilka uppgivas leva av utsipprande saft på träd.

Slutligen har förf. för många år sedan funnit en *Chilosia*-larv minerande i bladen av *Sedum telephium* och under de senare åren vid undersökningar över snytbaggens biologi talrikt funnit ytterligare en *Syrphid*-larv under barken av granrötter — således under förhållanden som likna dem, under vilka den av ECHSTEIN beskrivna larven hittades —, vilken jag ännu ej lyckats kläcka.

Av dessa uppgifter framgår, dels att svävflugelarver tidigare i Amerika hittats under förhållanden, som påminna om dem, varunder grankådflugans

larv hittats, dels att fytofagi ej är en okänd företeelse bland svävflugorna, även om de flesta äro bladlusätare.

Beskrivning:

Larven är till färgen vit eller vitgul med något plattad buksida och högvälvd ryggsida samt avsmalnande från 4:de abdominalsegmentet framåt och från det 5:te bakåt. Framändan är rundad och bakkroppen utdra-

Fig. 1.
Larven av grankådflugan (*Chilosia morio* Zett (?), sedd från sidan. Förstorad.
Larva of the spruce resin fly, lateral view.

Fig. 2.
Larv av grankådflugan (*Chilosia morio* Zett (?), sedd från buksidan.
Larva of the spruce resin fly, ventral view.

gen till en lång, teleskopiskt ledad sifon, på vilken tre tydliga, ungefär lika långa leder kunna urskiljas.

Kutikulan är klädd med fina, borstlika tappar, kroppssegmenten äro genom talrika dorsala tvärfåror delade i ett antal tvärveck, som sträcka sig ned på sidorna men äro nästan utplånade på buksidan. På buksidan av de 8 första abdominalsegmenten sitta ett par små vårtlika upphöjningar, vilka tjäna som ställflyttningsorgan; det bakersta paret av dessa är något utdraget och tappformigt.

Sifonen, som i utsträckt tillstånd är ungefär hälften så lång som den övriga kroppen, är treledad, med konisk första och andra led och nästan

cylindrisk ändled. Subdorsalt nära bakkanten av den första leden sitta ett par tappformiga utskott och subventralt något bakom mitten av den mellersta leden sitter ett annat utskott av samma form men något grövre. Liknande tappar finner man hos många av de svävflugelarver, som ha en tydligt utdragen sifon. De finnes även hos den av ECKSTEIN beskrivna larven (fig. 2). Men ehuru denna är tydligt deformerad till följd av konservering i för stark alkohol och därför får ses med en viss försiktighet, äro skillnaderna så klara och tydliga, att det ej kan vara samma

Fig. 3.
Munhake, sedd från sidan, samt tvärsnitt genom dess underkant för att visa den i en ränna insänkta tandraden.
Mouth-hook, lateral view, and transversal section of ventral edge.

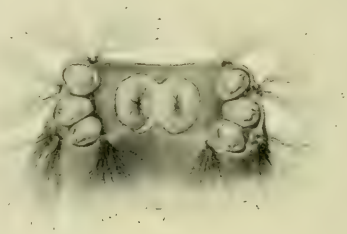


Fig. 4.
Sifonen sedd från ytan.
End view of posterior respiratory organ.

larv, vilket också bestyrkes av ECKSTEIN'S uppgift, att larven fullständigt saknar munhakar.

Larvens yttre morfologi i övrigt sakna vi anledning att här närmare ingå på och vilja endast beskriva två organ, vilkas byggnad står i ett tydligt samband med dess levnadssätt.

Först och främst mundelarna, vilka ju i regel bruka visa lätt igenkännbara tillpassningar till dieten. Hos de bladlusätande formerna synas munhakarna, så vitt man kan döma av METCALFS' figurer (Pl. 32. fig. 47 och Pl. 33 fig. 11), vara skarpt böjda och tillspetsade.

Hos *Chilosia morio* däremot (fig. 3) äro de svagt böjda och rätt trubbiga och bära i en ventral ränna en rad av trubbiga tänder. Då endast ett ytterst ringa antal svävflugelarver ännu är så noggrant beskrivna och avbildade, att man känner byggnaden av deras mundelar, är det omöjligt att veta, om denna karaktäristiska typ är munhakar finnes hos andra arter med samma levnadssätt.

Formen på munhakarna tyder på att deras uppgift är att vara ställ. flyttningsorgan, varjämte de möjligen kunna tjäna som ett slags raspverktyg.

Av stort intresse är dessutom de bakre andhålens byggnad. Som fig. 4 visar oss, är spetsen på sifonen tillplattad och något inskuren i mitten. På vardera sidan delar sig den längsgående trakéstammen i tre grenar, vilka mynna var för sig med ett slags knapplika bildningar, vilkas översida dock ej har någon öppning, då denna befinner sig under den yttre fritt utskjutande kanten av knoppen, följaktligen i ett mycket skyddat läge.

Mitt på sifonen märkes ett ljusare fält med tunnare kitin, uppkommet genom hopsmältning av två ovala ytor och omslutande två ovala fält med radiära veck.

Dessa s. k. ringfält (*circular plate* METCALF) äro hos *Chilosia morio* ovanligt väl utvecklade och stora. I utkanten av sifonen sitta 4 par egendomliga, tvådelade och sedermera upprepat solfjädersformigt delade borst, vilka normalt äro böjda framåt.

Om vi jämföra sifonens byggnad hos *Chilosia*-larven med densamma hos andra svävflugelarver, så falla ett par egendomligheter i ögonen.

Först och främst stigmataöppningarnas dolda läge, medan hos andra larver dessa ligga på ytan och äro utdragna till långa springor. Vidare ringfältens och fjäderborstens betydande storlek. Vi se häri enligt mitt förmenande en serie tillpassningar till larvens levnadssätt. Stigmataöppningarna skyddas genom sitt läge för att bli tilltäppta med kåda. De elastiska ringfälten möjliggöra otvivelaktigt, att mittpartiet kan dragas in och ut. Vid indragningen vilken sker, när sifonen efter att ha stått i förbindelse med luften drages in genom kådan, medföljer en luftblåsa, som kvarhålles genom att de 8 fjäderborsten vid rörelsen böjas bakåt. Det hela påminner mycket om de flottöranordningar i sifonens spets, som så många vatteninsekters larver hava.

Levnadssätt.

Jägmästare E. LUNDBERG meddelar angående sin upptäckt i brev följande: »Jag observerade vid en promenad i en närbelägen granskog i ett nyligen gallrat bestånd, att en mängd stammar voro försedda med starka kådflöden, som dock liknade de kådflöden man är van att se överallt i granskogarna. Jag kom emellertid att lite närmare undersöka en och visade det sig då, att fastän ytan av kådklumparna ej var försedd med hål, kunde sådana spåras inuti och av en tillfällighet började nu som jag tyckte kådan att röra på sig och vid närmare granskning fanns verkligen en larv simmande i kådan. Jag undersökte ett flertal andra och fann i ett flertal fall larver; där jag inga fann, kunna

de mycket väl ha funnits, ty larverna äro ytterligt svåra att skilja från den trögflytande kåda, vari de simma. I intet angrepp fann jag emellertid mera än en larv:»

I det material av kådtappar, som först insändes av jägmästare LUNDBERG, anträffades också *Dioryctria*-larver, till följd varav jag uttryckte den förmodan, att svävflugelarverna levde av dessa. Ytterligare under-

Fig. 5.

Kådflöde, förorsakat genom grankådflugans verksamhet. $^1/_1$.

Flow of resin caused by the activity of the larva of the spruce resin fly. $^1/_1$.

Fig. 6.

Samma preparat som i fig. 5, sett från splintytan för att visa gången mellan barken och veden.

The same preparate as in fig. 5 from the inner side, in order to show the tunnel between the wood and the bark.

sökningar av jägmästare LUNDBERG och mina egna upprepade gånger gjorda iakttagelser framförallt vid Gammelkroppa ha givit till resultat att svävflugelarven ensam bebor dessa isolerade kådflöden och otvivelaktigt livnär sig av dessa. Ibland kan den naturligtvis vara associerad med jättebastborren eller med *Dioryctria*-larver, men detta är i så fall tillfälligt.

Av stort intresse är att veta, huruvida den äggläggande honan har förmåga att själv såra granens bark eller om hon nöjer sig med att

lägga äggen i förutvarande kådflöden. Då intet material av honan är mig tillgängligt i och för undersökning av hennes äggläggningsrör, vilket skulle kunna ge en fingervisning i detta fall, är det omöjligt att med bestämdhet säga något härom.

Emellertid ha såväl förf. som jägmästare LUNDBERG funnit larverna i stor utsträckning i kådflödena efter gallringsrits. Jägmästare LUNDBERG skriver därom bl. a. som svar på min begäran att angripna träd skulle utmärkas i och för ett tillämnat besök av mig: »Någon utmärkning av misstänkta träd i och för eventuella studier till våren är alldeles obehövlig, då sådana finnas i obegränsat antal. Så gott som varje större kådklimp innehåller larv eller puppskal och larv eller 1—2 puppor. På ställen, där gallring utmärkts med rits föregående års sommar, finnas larver i så gott som vartenda sår, varav vill synas, att insekten ej primärt orsakar sår och kådflöde, men uppenbart är att den på något sätt irriterar trädet till ett våldsamt kådflöde.»

Även vid Gammelkroppa förekom en trakt, där gallringsrits voro allmänna och inuti deras kådflöde fann man i regel en *Chilosia*-larv. Möjligen har i andra fall sår och kådflöden vållade av jättebastborren men övergivna av denna, varit ingångsporten.

Det förefaller därför, som om honan vid äggläggningen skulle åtminstone företrädesvis utvälja sårade ställen av barken. Den visar häri en överensstämmelse med den av BURKE från Amerika beskrivna *Chilosia alaskensis* HUNT, om vilken B. skriver, att han ej funnit något bevis för att larven kan självständigt göra ett hål genom barken. B. fann larverna vanligen i hålor, som han uppfattar som urhållkade av barkborrar.

I andra avseenden råder däremot skillnad, ty hos den amerikanska *Chilosia*-larven är sifonen minst lika lång som kroppen och den kan därför utan svårighet hålla dess spets i kontakt med den atmosfäriska luften samtidigt som den arbetar längst in i såret. Hos *Chilosia morio* torde ej detta vara möjligt, varför man får antaga, att larven är mindre stationär och företar vandringar ut till kådans yta.

Fig. 5 visar, huru ett dylik kådflöde ser ut, när det ej står i samband med några rits, varvid dock är att märka, att kådan torkat ihop åtskilligt, då fotografiet är taget efter ett torrt preparat. Fig. 6 visar baksidan av samma preparat som i fig. 5; vi se där en ett par cm lång gång i splintens yta, fylld med kåda.

Av intresse vore att veta, huru länge ett dylikt sår bebos av *Chilosia*-larver. Därom föreligga inga säkra observationer. Den rätt vanliga, även av jägmästare LUNDBERG iakttagna förekomsten av tomma puparier fastsittande i kådflöden, innanför vilka man finner larver, tyder dock på

att såren åtminstone under ett par års tid bebos av på varandra följande generationer.

Lika litet veta vi något om dessas års vidare öden och om grankådflugan genom sin verksamhet kan förbereda andra insekters angrepp.

Den förtjänar därför att ytterligare studeras förutom att den och dess skadegörelse bör bringas till skogsmännens kännedom, emedan det är en form, som man annars lätt förväxlar med jättebastborrens.

2. Den enbandade tallviveln. *Pissodes piniphilus* Herbst.

Hittills har förf. ej haft anledning att rikta uppmärksamheten på mera än tre av de till ett antal av 7 uppgående svenska tallvivelarterna, nämligen den större tallviveln (*P. pini*) F. den mindre tallviveln (*P. notatus*) F. och tallkottsviveln (*P. validirostris*). Under de senaste åren har emellertid vid de analyser av torkande träd som gjorts (se Trägårdh) den enbandade tallviveln visat sig vara en synnerligen vanlig insekt, vilkens skadegörelse ingalunda får underskattas.

Foto av förf.

Fig. 7.
Den enbandade tallviveln (*Pissodes piniphilus*).

Den enbandade tallviveln (fig. 7) karaktäriseras genom sin ringa storlek (4—5 mm), sin rostbruna färg samt frånvaron av det hos de flesta andra *Pissodes*-arter förekommande främre tvärbandet på täckvingarna. Halssköldens bakre hörn äro trubbigt avrundade och tvärbandet pa täckvingarna är brett.

Gångarna (fig. 8) och puppkamrarna äro mindre än hos den större tallviveln men överensstämma till sin typ med densamma. Liksom hos denna läggas äggen flera tillsammans i äggfickor, som honan biter med sitt snyte; larvgångarna stråla därför ofta ut flera från samma punkt och fåra knappast splintytan; puppkamrarna (fig. 9) äro till hälften insänkta i splinten och på utsidan klädda med betydligt finare spån än hos den större tallviveln.

Skalbaggen är av förf. funnen allmän och såväl i Skåne som i Norrbotten och är med säkerhet utbredd över hela landet. Att dess verksamhet det oaktat ej tilldragit sig uppmärksamheten, beror utan tvivel på att den håller till högt uppe i trädens kronor, där den ej är lätt att

EKSTRAND foto.

Fig. 8.

Gångar och puppkammare av den enbandade tallviveln. (*Pissodes piniphilus*). $^1/_1$.

Larval tunnels and pupal chamber of *P. piniphilus*. $^1/_1$.

upptäcka, med mindre man fäller de angripna träden och gör noggranna stamanalyser.

Här nedan meddelas några dylika dels från Kolleberga skogsskola i Skåne, dels från Gyljen i Norrbotten och Särna i Dalarna, varav den enbandade tallvivelns betydelse torde framgå.

Foto av förf.

Fig. 9.

Puppkammare av den enbandade tallviveln förstorad.

Pupal chamber of *P. piniphilus*, enlarged.

Den första analysen är av en torkande tall från Gyljen. Tallens ålder var omkring 70 år, längden var 10,2 m, br.-diam. 8,5 cm och den var behärskad av en annan stam. På omkring 6 m höjd fanns ett *Peridermium*-sår, ovanför detta var hela stammen och alla kvistarna angripna av den enbandade tallviveln, av vilken man vid analysen den 17 juli 1922 hittade puppor och nykläckta imagines, varför angreppet börjat 1921. Nedtill var stammen till en höjd av 1 m angripen av den större märgborren, som kommit året efter tallviveln. Vi få således följande förlopp: angrepp av *Peridermium* sannolikt under en följd av år, vilket lett till att kronan 1921 var lämplig för den enbandade tallviveln, som i sin tur nedsatte trädet, så att det följande år blev yngelträd för den större märgborren. För bättre översikts skull sammanställa vi en ana-

Tabell I. Utvisande den större märgborrens och den enbandade tallvivelns förekomst i undertryckta 70-åriga tallar vid Gyljen, Norrbotten. Analys 17 juli 1922.

N:o	höjd	bhd	*Myelophilus piniperda*	*Peridermium*	*P. piniphilus*
1	7 m	7 cm	till 1,7 m 1922	0	i toppen 1921
2	5,5	7 »	» 0,5 m »	0	större del. av stam. »
3	10,6	8 »	» 1,5 m »	3,5 m—4,5 m	i övre 3 m »
4	7	9,2 »	» 0,8 m »	0	» » » »
5	7	7 cm	» 2,0 m »	0	i kronan »
6	5[1]	6 »	» 0,5 m »	0	» » »
7	10,2	8,5 »	» 1,0 m »	omkring 6 m	ovanför *Peridermium* »
8	8,8	10,5 »	» 2,5 m »	5—5,5 m	» » »
9	6,3	6,5 »	» 1,0 m (*palliatus* 1922)	0	övriga del. av stam. »
10	7,2	7,2 »	» 2 m *M. piniperda*	0	från 3 m höjd »

lys av 10 undertryckta omkring 70 år gamla tallar från Gyljen, Norrbotten. Av densamma framgår, att alla de undersökta stammarna upptill voro angripna av den enbandade tallviveln. I tre fall hade dessa angrepp förgåtts av *Peridermium* och nio fall hade året efteråt den större märgborren infunnit sig i den nedre delen av stammen i en höjd varierande från 0,5 till 2,5 m, beroende på trädens dimensioner. I ett fall hade i stället den bleka borstborren innfunnit sig, och det är intressant att se, att i detta fall tallviveln året förut angripit hela stammen, från 1 m höjd över marken. Följden härav har varit, att trädet ratats av

Tabell II. Utvisande analyser av 6 torkande tallar. Särna den 11 augusti 1923.

N:o	längd	bhd	*Myelophilus piniperda*	*Carphoborus Cholodkovskyi*	*Pissodes piniphilus*
1	11,5 m	13 cm	nedtill 2 m 1922	omk. 3—4 m 1923	i kronan 1921
2	11,5 m	12 cm	nedtill 2 m (delvis övergivna gångar)	0	från 3 m 1922
3	8,5 m	13 cm	nedtill 1,8 m *Pissodes pini* 1923	0	från 4 m 1923
4	5,0 m	5 cm	nedtill 1,5 m *M. piniperda* 1922	1922	0
5	10,0 m	11,5 cm	nedtill 1,5 m » » »	1922	från 3 m 1921
6	9,7 m	5 cm	nedtill 2 trattar av *M. piniperda*	0	från 2—4 m

den större märgborren men varit lämpligt för en mera utpräglad sekundär art som den bleka bastborren.

Av undersökningen framgår, att de undertryckta tallarna måste hållas efter, så att ej den enbandade tallviveln och i dess följe den större märgborren få ökade yngelmöjligheter.

Nästa undersökning, som här skall relateras, gjordes i Särna 11 aug.

[1] topp avbruten.

1923; resultatet är sammanfört i tabell II, och analysen av trädet n:r 1 är grafiskt framställd i fig. 11.

Vi se, att även i detta fall är den enbandade tallviveln vanlig ej blott i kronan utan sträcker sig långt ned på stammen till 2 m över marken. I dessa fall har dess angrepp ej förberetts av *Peridermium*-angrepp och möjligen förklarar detta, att den större märgborrens angrepp ej all-

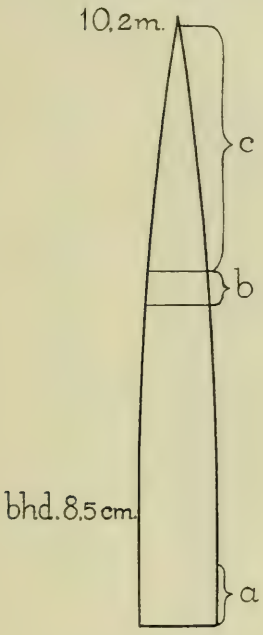


Fig. 10.

Entomologisk stamanalys av en 70-årig torkande tall. Gyljen. Norrbotten. *a. Myelophilus piniperda* 1922; *b. Peridermium*; *c. Pissodes piniphilus* 1921.

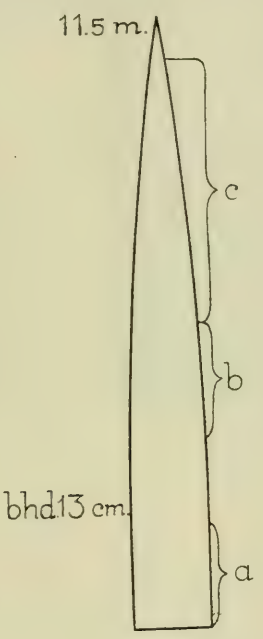


Fig. 11.

Entomologisk stamanalys av torr tall. Särna n:o 1 i tabell II. *a. Myelophilus piniperda* 1922; *b. Carphoborus Cholodkovskyi* 1923; *c. Pissodes piniphilus* 1921.

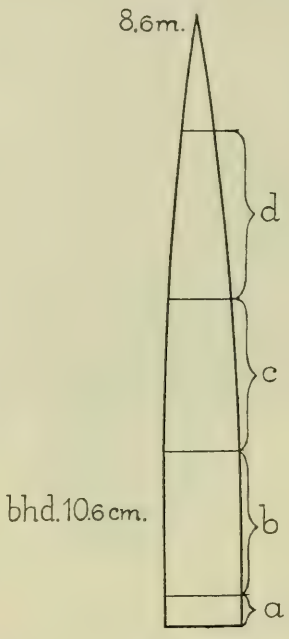


Fig. 12.

Entomologisk stamanalys av torkande tall. Kolleberga 18 maj 1921. *a. Pissodes piniphilus* 1920; *b. Myelophilus piniperda* 1921; *c. M. minor* 1921; *d. P. piniphilus* 1920.

Entomological analyses of dead or dying pine-trees.

tid lyckats. På stammen n:o 2 funnos blott övergivna, med kåda fulla gångar och på n:o 6 hittades blott 2 övergivna gångar. I ett fall, n:o 3, samarbetade den enbandade tallviveln med den större tallviveln i stället för med den större märgborren, dock med den viktiga skillnaden att de båda tallvivelarterna angripit samma år.

Slutligen se vi, att på 50 % av de analyserade träden ynglade den för Sverige nya barkborrearten *Carphoborus Cholodkovskyi* i den torra delen av stammen ovanför den större märgborrens och nedanför den enbandade tallvivelns angrepp.

Slutligen meddela vi en analys från Kolleberga den 18 maj 1921, vilken är grafiskt framställd i fig. 12. Av densamma framgår, att den enbandade tallviveln samarbetar med den större tallviveln och att båda genom sin verksamhet förbereda angreppen av den större och den mindre märgborren.

Den här relaterade iakttagelsen framgår otvetydigt, att den enbandade tallviveln är en mycket vanlig skadeinsekt, som genom sin verksamhet i tallens krona antingen ensam eller i förening med den större tallviveln

Fig. 13.
Björkbladmineraren (*Orchestes testaceus*).

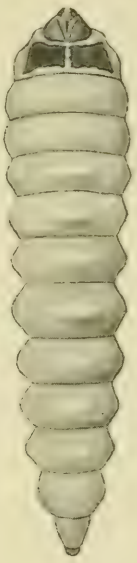


Fig. 14.
Larven av björkbladmineraren (*Orchestes testaceus*).
Larva of *Orchestes testaceus*, dorsal view.

förmår försvaga träden, så att de följande än bli lämpliga yngelträd för märgborrarna, eller, om angreppet är mycket kraftigt, för den bleka bastborren.

Dessa erfarenheter överensstämma delvis med dem som man gjort i Tyskland (ESCHERICH s. 391–393), ehuru den där tycks vara ännu farligare och av somliga författare räknas till tallskogens allra farligaste fiender.

3. Björkbladmineraren (*Orchestes testaceus* MÜLL.

Under det att bokbladmineraren (*O. fagi*) och ekbladsadmineraren (*O. quercus*) äro allmänt förekommande insekter, om vilkas utveckling och levnadssätt en rätt rik litteratur finnes, kan detsamma ej sägas om björkbladmineraren, vilkens utvecklingsstadier, så vitt jag

vet, i största korthet behandlats endast av BOUCHÉ och v. FRAUENFELD, vilken senare beriktigar ett par av BOUCHÉ's uppgifter.

I vårt land synes björkbladmineraren, ehuru den är funnen från Skåne till södra Lappland, vara rätt sällsynt och framför allt sällan framträda med massförökningar. Detta sammanhänger möjligen därmed att björken i motsats till boken hos oss sällan bildar större rena bestånd, vadan den förutsättning för massförökning, som dylika utgöra, ej i större utsträckning existerar för björkbladmineraren.

Fig. 15.
Puppa av björkbladmineraren, från buksidan.
Pupa of *Orchestes testaceus*, ventral view.

Att denna skadeinsekt i likhet med alla andra dock lokalt kan uppträda med förökning,- framgår av mina iakttagelser under de senaste åren. Första gången observerades björkbladmineraren i trakten av Sollefteå den 16 juli 1918 i en nära staden belägen björkplantering, i vilken alla trädens blad voro i stor utsträckning minerade av *O. testaceus*. Särskilt de små björkarna voro mycket angripna och högst 10 procent av bladen voro friska. Sannolikt hade tidigare på sommaren praktiskt taget alla blad varit angripna och de nu friska bladen hade slagit ut senare, ty de voro ännu ljusgröna och sutto alltid i spetsen av kvistarna.

Här förelåg således en verklig härjning och av antalet parasiter att döma hade denna pågått åtminstone sedan föregående år. Endast omkring 15 % av djuren visade sig nämligen fria från parasiter.

Ett par dagar senare anträffades liknande minor på björk i trakten av Hällnäs skogsskola. Följande år anträffades den vid Åre på björk och sommaren 1921 i närheten av Revinge hed i Skåne, varest i en alallé alla träden voro fulla med minor av björkbladmineraren, och 1922 iakttogs den på alar vid Ramsele.

Beskrivning[1].

Björkbladmineraren (fig. 13) varierar mycket till färgen, är ibland rödgul, ibland nästan halmgul och behåringen på täckvingarna saknas ibland på ett par sidofläckar och en mittfläck (var. *quinquemaculatus* STEV.). Undersidan är svart och skutellen tätt vithårig, benen rödgula. Längden 2,5—2,8 mm.

Larven (fig. 14) når en längd av 6—7 mm och är till färgen vit, med undantag av huvudkapseln, ett par plåtar på översidan av protorax och tre på dess undersidasamt det sista abdominalsegmentet som äro bruna. Kutikulan är tätt beklädd med mikroskopiskt små tornar, som äro mycket

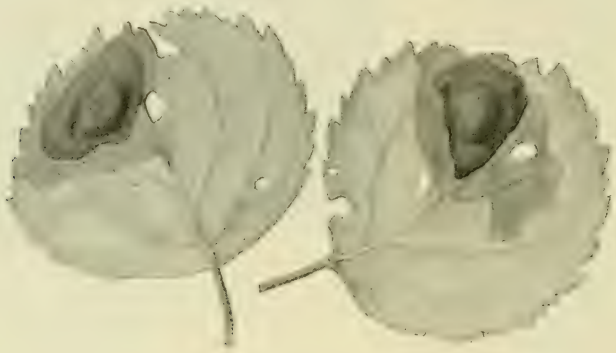


Fig. 16.
Björkblad med minor och kokonger av björkbladmineraren.
Birch-leaves with mines and pupal cocoons of *Orchestes testaceus*.

växlande till formen, men i stort sett äro spetsigare på undersidan än på översidan samt till färgen bruna.

I fråga om kroppsformen liknar larven mera ekbladmineraren än bokbladmineraren, ty kroppen är ej så högvälvd i främre delen av abdomen och ej så avsmalnande bakåt ända från 3. abdominalsegmentet som hos den senare, utan de dorsala krypvalkarna äro lägre och kroppen jämnhög ända till 7. abdominalsegmentet (jämf. TRÄGÅRDH 1., fig. 12 och 13 Pl. 1.). De laterala intersegmentala inskärningarna äro däremot rätt djupa på abdomen. På ryggsidan av abdominalsegmenten 1—7 finnas smala tvärställda krypvalkar, varest kutikulan saknar de annars förekommande små tapparna.

På protorax finna vi på översidan ett par mörka, starkare kitiniserade

[1] Någon detaljerad beskrivning på larven lämnas ej här, då en sådan kommer att publiceras annorstädes.

plåtar och på undersidan, liksom hos *O. fagi* och *O. quercus*, tre plåtar med mycket ojämna, naggade kanter.

Puppan (fig. 15) har på pannan ett par utskott, som bära tre i spetsen svagt böjda borst och bakkroppen är utdragen i en tvådelad spets, som är något hopsnörd vid basen.

Levnadssätt.

I likhet med alla kända *Orchestes*-arter är *O. testaceus* en bladminerare och dess minor överensstämma i princip mest med bokbladminerarens (TRÄGÅRDH 1., s. 14). Honan biter vid äggläggningen med sitt snyte en liten ficka i mittnerven på bladets undersida och

Fig. 17.
Alblad, med minor och kokonger av björkbladmineraren.
Alder-leaves with mines and cocoons of *Orchestes testaceus*.

lägger där ett ägg. När larven kläckts, äter den sig en smal gång med tydlig, svart exkrementrad, i parenkymet i riktning mot bladkanten, en gång som ej överskrider någon sidonerv utan mer eller mindre slingrande förlöper i mellanrummet mellan tvänne nerver. När gången når bladkanten, vidgas den till en blåsmina (fig. 17), i vilken förpuppningen sedermera sker i en gles, klotrund kokong, vilken sticker av mörkt mot den i övrigt ljusbruna minan, emedan dess väggar äro klädda med larvens exkremententer.

Äro bladen små, kommer den första gångminan att sedermera uppslukas av blåsminan (fig. 16) så att man tror sig hava en blåsmina framför sig. Men på större alblad ser man tydligt minans byggnad (fig. 17).

I likhet med ek- och bokbladmineraren har björkbladmineraren blott en generation årligen och larvens utveckling sammanfaller med den tid då bladen utvecklas.

4. Trichogramma evanescens Westw, en äggparasit hos Lyda signata.

I översikten över skogsinsekternas skadegörelse under 1917, i vilken även de under år 1918 utförda undersökningarna publicerats, omnämndes (s. 106), att äggen av *Lyda (Cephaleia) signata* F i Dalby kronopark voro angripna av en liten äggparasit, vilkens närvaro först konstaterades vid undersökning av i 4 % formalin konserverade, svarta ägg. I dylika svarta ägg anträffades vid dissektion 5—6 st. larver eller puppor av en liten parasitstekel, som förmodades vara den av Ratzeburg (II, s. 165) be-

Fig. 18.
Trichogramma evanescens Westw. ♀.

skrivna chalcididen *Entedon ovulorum* Ratz, vilken Ratzeburg kläckt i ett exemplar ur ägg av *Lyda pratensis*, men som sedermera ej återfunnits.

Följande år 1919 instruerades min medhjälpare vid undersökningarna, assistenten S. Hermansson, att särskilt hålla utkik efter denna äggparasit och angripna ägg iakttogos också, men kläckningen misslyckades och det var först 1920 som det blev möjligt att kläcka djuret och få det bestämt till arten.

Det visade sig vara en art tillhörande underfamiljen *Trichogramminæ* bland chalcididerna, vilkens hittills kända arter alla äro äggparasiter. I fråga om dessa små, ej en mm långa arter, råder för närvarande rätt stor förvirring, och den ifrågavarande arten är otvivelaktigt beskriven av olika författare under olika namn. Här är ej platsen att närmare ingå på denna fråga. Vare det nog sagt, att en undersökning visat, att

den av mig ur äggen av *Lyda signata* kläckta arten är identisk såväl med den av AURIVILLIUS ur äggen av *Sialis lutaria* kläckta *Ophthora semblidis* som med den av WOLFF ur äggen av tallflyet kläckta *Trichogramma piniperdæ*. Bestämningen har kontrollerats av J. P. KRYGER i Danmark och J. WATERSTON, Brittish Museum London.

Till min disposition har stått material från *Lyda*-äggen, exemplar av *T. semblidis*, som professor Y. SJÖSTEDT godhetsfullt ställt till min disposition, samt material kläckt av tandläkare F. NORDSTRÖM dels ur *Arctia caja*-ägg, dels ur obestämda jordfly-ägg.

Ett studium av litteraturen visar, att arten har en mycket stor utbredning och är utpräglat polyfag, d. v. s. angriper en mängd olika insekters ägg.

En sammanställning av dessa enligt tillgängliga uppgifter ger följande lista:

Fjärilar: *Pieris rapæ* (Ryssland).
Vanessa polychloros (Danmark).
Dendrolimus pini (Ryssland).
Smerinthus populi (Ryssland).
Gastropacha potatoria (Danmark).
Arctia caja (Sverige).
Lymantria monacha (Ryssland).
Malacosoma neustria (Ryssland).
Phalera bucephala (Ryssland).
Euproctis chrysorrhoea (Ryssland).
Stilpnotia salicis (Ryssland).
Orgyia gonostigma (Ryssland).
Panolis griseovariegata (Tyskland).
Mamestra brassicæ (Italien).
Agrotis segetum (Ryssland).
Carpocapsa pomonella (Turkestan, Ryssland).
Conchylis ambiguella (Ryssland, Tyrolen, Frankrike).
Polychrosis botrana (Ryssland, Tyrolen, Frankrike).
Oenophtira pilleriana (Frankrike).
Sarrothripus musculana (Turkestan).
Carpocapsa funebrana (Turkestan).

Steklar: *Lyda stellata* (Ryssland).
Lyda signata (Sverige).

Nätvingar: *Sialis* (*Semblis*) *lutaria* (Sverige).

Tvåvingar: *Tabanus*, *Stratiomys*, *Chrysops*, *Oxycera* (Danmark).

Skalbaggar: *Rhynchites betulæ* (Danmark).
» *auratus* (Turkestan).

Sammanlagt äro således hittills nära 30 olika värddjur kända, fördelade på ej mindre än fem olika insektsordningar. Arten torde därför vara en av våra mest polyfaga äggparasiter och därigenom en synnerligen nyttig insekt. Det är därför ej förvånande, att man även sökt använda sig av densamma mot vissa skadeinsekter.

Om vi se bort från den av WESTWOOD redan 1833 från England beskrivna arten *P. evanescens*, vars identitet med *T. semblidis*, på grund av den ofullständiga beskrivningen aldrig säkert kan fastslås, så är arten för första gången noggrant beskriven av AURIVILLIUS år 1897. År 1903 fann SCHREINER den i Astrachan och följande år konstaterade VASSILIEV den i Kharkov. Under åren 1902 och 1904 var enligt SCHREINERS undersökningar 65—100 procent av äpplevecklarens ägg i Astrachan angripna av parasitstekeln och detsamma var förhållandet åren 1906 och 1910. År 1911 importerade RADETZKY den från Astrachan till fruktodlaredistrikten i Taschkent, varest den förut ej var känd, fick den att föröka sig i laboratoriet i enorma mängder och släppte ut den i trädgårdarna. Det visade sig, att den lätt aklimatiserades och år 1912 förstörde den i vissa trädgårdar i Taschkent ända till 100 procent av äpplevecklarens ägg.

Den lilla äggparasitens betydelse ökas naturligtvis avsevärt genom att den är så polyfag: ty sedan den gjort slut på ett värddjur ett år, kan den gå över till andra värddjur. Enligt RADETZKY kan en hona lägga över 100 ägg och utvecklingen tager 9—12 dygn i anspråk, varför han i Taschkent från mitten av juni till mitten av september lyckades uppföda 8 generationer. I södra Frankrike, där arten angriper de båda bekanta skadegörarna på vinkulturerna, *Conchylis ambiguella* och *Polychrosis botrana*, konstaterade FEYTAUD omkring 12 generationer, av vilka dock blott tre voro verksamma mot dessa skadedjur.

Parasitens uppträdande i Dalby kronopark.

Som i översikten för 1917 nämndes (s. 106), utvecklades under sommaren 1918 ungefär $^1/_3$ av *Lyda*-äggen ej utan förblevo svarta, och en senare verkställd undersökning av konserverat material ådagalade att dessa ägg voro angripna av en liten parasitstekel, som så småningom avslöjade sig som den välbekanta äggparasiten *Trichogramma evanescens*. Man kunde därför vänta, att *Trichogramma* skulle komma att spela en viktig roll följande år, och assistenten S. HERMANSON, som åtagit sig att under 1919 göra undersökningar över härjningens förlopp med särskild hänsyn till parasiterna, hade fått tillsägelse att ägna sin uppmärksamhet speciellt åt äggparasitens uppträdande. Enligt hans undersökningar på

fällda provstammar d. 13 juli funnos vid denna tidpunkt dels svarta dels gröna ägg; de senare blevo i allmänhet efter några dagar svarta och endast ett fåtal av dem kläcktes.

Vid ett senare besök d. 30 juli påträffades inga gröna ägg, men väl en mängd svarta, och vid båda tillfällena funnos i de svarta äggens skal 6—7 små hål. Enligt HERMANSONS beräkningar har under sommaren 1919 omkring 90 procent av *Lyda signata*-äggen dödats av *Trichogramma evanescens*. Till detta tillfredsställande resultat har säkert bidragit dels att äggparasitens utveckling försiggår så hastigt, att sannolikt flera generationer hinna att angripa *Lyda signatas* ägg, dels att parasiten till följd av sin utpräglade polyfagi ej har någon svårighet att finna ägg, vari den kan övervintra. Vore den nämligen blott specialist på *Lyda*-ägg, så skulle den under den största delen av året, från slutet av juli till slutet av maj följande år, saknat lämpliga värddjur, vilket skulle menligt inverka på dess förökningsmöjligheter.

Det senaste året har emellertid *Trichogrammas* verksamhet högst väsentligt hindrats genom sommarens kyliga och regniga väderlek, så att år 1923 blott ett ringa antal, omkring 5 %, av granspinnarestekelns ägg visat sig vara angripna.

5. Övriga parasitsteklar, som angripa Lyda signata.

Undersökningen över dessa utfördes på våren och sommaren genom att i marken insamlingar gjordes av de larver och puppor, som lågo tillsammans med *Lyda*-larverna. De steklar, som ev. angripa yngre larver och förpuppa sig i granens krona, kunde på grund av sin svåråtkomlighet ej bli föremål för studier. Då parasitstekellarverna i slutet av maj i regel övergivit *Lyda*-larverna och förpuppat sig, äro de ej alla i sträng mening kläckta ur dessa. Men då de förekommo i marken tillsammans med *Lyda*-larver och puppor finnes ingen rimlig anledning att betvivla, att de äro dessas parasiter.

Om man jämför parasitsteklarnas beteende, när de angripa tallmätarelarver och när de angripa *Lyda*-larver, vilka båda övervintra i marken, så faller den olikhet, som råder ifråga om förpuppningssättet, genast i ögonen. De parasitsteklar, som angripa tallmätarelarverna, utvecklas synbarligen mycket långsamt i dessa, ja så långsamt att de ej hindra dessas förpuppning. Först när denna ägt rum på våren, påskyndas parasitens utveckling och dess förpuppning äger rum i tallmätarepuppan, så att dennas hårda kutikula tjänstgör som skydd. De parasitsteklar däremot, som angripa *Lyda*-larverna, lämna dessa och spinna sig egna kokonger, vari de förpuppas, vilket troligen sammanhänger därmed, att

Lyda-pupporna ha en mycket tunn hud, vilken ej skulle kunna lämna parasiterna något skydd.

Enligt de bestämningar, som dr A. ROMAN godhetsfullt utfört åt mig, äro de parasitsteklar, som kläckts ur material insamlat tillsammans med *Lyda*-larver och puppor följande:

Xenoschesis fulvipes HGN. 4 ex.
Limnerium crassifemur THN. 3 ex.
Holocremna nov. spec. 7 ex.
Mesochorus sylvarum CURTIS. 10 ex.

Av dessa voro värddjuren hittills blott kända av den sistnämnda arten. Den har nämligen i England kläckts av BIGNELL ur *Vanessa atalanta*, som var angripen av *Microgaster subcompletus*, samt av LYLE ur *Pandemis ribeana*, angripen av *Phytodiætus polyzonias*. Att döma härav är arten således en s. k. *hyperparasit*, d. v. s. den angriper de andra parasitsteklarna.

Om hyperparasiten angriper endast en eller flera av de andra parasiterna är ej bekant; sammanlagt var i det insamlade materialet 45 % angripna av hyperparasiten.

Förutom vad som ficks genom kläckning fångades också i Dalby kronopark med håv en mängd parasitsteklar. Vid vissa tidpunkter t. ex. i slutet av juli 1918 förekom *Xenoschesis* mycket talrikt, nästan i samma mängd som tidigare på våren granspinnarestekeln.

Bland de sålunda insamlade parasitsteklarna återfunnos tre av de tidigare kläckta arterna nämligen *Xenoschesis fulvipes*, *Holocremna n. sp.* och *Mesochorus sylvarum*. Vidare anträffades *Epiurus stenostigma* THN., *Homaspis narrator* GRAV., *H. narrator* var. *subalpina* SCHM., *Tryphon consobrinus* HGN., *Tryphon brunniventris* GR. var. *incestus* HGN., *Lissonota dubia* HGN., *Glypta resinana* HTG., *Phœgenes osculator* THNBG och *Meteorus albitarsis* CURT. samt *Hadrodactylus flavifrontator* THNBG, varjämte ur kokonger, som funnos talrikt på granarna, kläcktes *Pygostolus sticticus* F.

Då värddjuren till de allra flesta av dessa parasitsteklar äro okända, är det omöjligt att veta, om bland dessa befinna sig några parasiter till *Lyda stellata*. Närmast skulle man då tänka på de båda *Tryphon*-arterna, enär många *Tryphon*-arter äro kända som parasiter på växtstekellarver.

LITTERATURFÖRTECKNING.

AURIVILLIUS, CHR. En ny äggparasit. — Entom. Tidskrift. Bd. 18. 1898, s. 249—256. 1 pl.

BAER, W. Beobachtungen und Studien über *Dioryctria splendidella* H. S. und *abietella* S. V. Tharander forstl. Jahrbuch. Bd. 56.

BOUCHÉ, P. FR. Naturgeschichte der Insekten. Bd. 1. Berlin 1834.

BURKE, H. E. Black check in Western hemlock. — U. S. Dep. Agric. Bureau of Entomology. Circ. no. 61. 1905.

ECKSTEIN, F. Eine Syrphidenlarve aus Larvengängen von *Hylobius abietis* L. — Naturw. Zeitsch. f. Forst- und Landwirtschaft. 18 årg. Stuttgart 1920. S. 178—182.

ESCHERICH, K. Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2 bd. Berlin 1923.

FRAUENFELD, G. v. Zoologische Miscellen. II. — Verh. Zool. bot. Ges. Wien 1864. S. 379—388.

KRYGER, J. P. The European Trichogramminæ. — Ent. Medd. Bd. 12. Köpenhamn 1918.

— Further investigations upon the European Trichogramminæ. — Ent. Medd. Bd. 13. Köpenhamn 1920.

LUNDBECK, W. Diptera Danica. V. Syrphidæ. Köpenhamn.

METCALF, C. L. Syrphidæ of Maine. — Maine agric. Exp. Sta. Bull. no. 253. 1916.

RADETZKY, A. F. *Oophthora semblidis* AUR. and utilisation of it in the struggle with *Carpocapsa pomonella*. Turkestan Ent. Sta. Tashkent. 1913. Enligt referat i Review of applied Entomology. Vol. 1913. S. 431.

TRÄGÅRDH, J. Contributions towards the metamorphosis and biology of *Orchestes populi*. *O. fagi* and *O. quercus*. — Ark. f. zoologi. Bd. 6, no. 7. Stockholm 1910. 25 s. 5 textfig. 2 pls.

— Skogsentomologiska bidrag. 1—5. — Entom. Tidskr. 1914. S. 188—209.

— Översikt över skogsinsekternas skadegörelse 1918. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 16. 1919.

— Mål och medel inom skogsentomologien. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt. H. 20. 1923.

WOLFF, M. Entomologische Mitteilungen. 2. Gattung. *Trichogramma* WESTW. — Zeitsch. f. Forst- und Jagdwesen. Bd. 47. 1915. S. 543—555.

SUMMARY.

Forest-entomological contributions II[1].

1. *The spruce resin fly* (*Chilosia morio* ZETT [?]).

When looking for the flow of resin which signifies the presence of *Dendroctonus micans* in spruce-trees one often finds other insects, f. i. larvæ of *Tineidæ* and *Pyralidæ*, and often empty skins of some fly *puparium* are noticed sticking in the resin.

During the last years, however, mr. E. LUNDBERG, Kloten called my attention to the occurrence of dipterous larvæ in the resin, and subsequently the author has found such larvæ repeatedly in the same localities. I have not yet been able to breed the larvæ but dr. W. BAER of Tharandt, Germany, to whom some specimens were sent has kindly informed me that they are identical with the larvæ which he found in similar localities and which he succeeded in breeding, the imago being identified by the dipterologist A. KUNTZE in Dresden as *Chilosia morio* ZETT.

Remarkably enough, the larvæ of this fly seems hitherto to have escaped the notice of the European forest entomologists, with the exception of dr. BAER.

In U. S. A., on the other hand, the larva of *Chilosia alaskensis* was recorded from similar localities by BURKE already in 1905. In both cases it seems to be an established fact that the larva is not predatory but takes its nourishment from the sap of the spruce-tree. In Sweden, at all events, the larva was almost always found single, not associated with other insects.

For the description of the larva the reader is referred to figs. 1—4. We notice that the respiratory tube is divided into 3 parts which can be telescopically extended and retracted. The top of the tube (fig. 4) has unusually great circular plates and 4 pairs of well developed, fan-shaped bristles, bent forwards. The spiracles are not visible from the surface but hidden underneath the exterior edge of the plates, which are surrounded by a high ridge. The mouth hooks (fig. 3) are comparatively blunt, not very curved and on the ventral side provided with a row of blunt teeth which are inserted in a deap furrow. Their shape suggests that they are used as locomotory organs and possible also as a kind of rasps. Certain observations made by mr. LUNDBERG and the author seem to suggest that the fly preferably oviposits in wounds in the bark, because in the flow of resin caused when marking the trees to be cut with an iron preparatory to thinning, the larvæ occurred with great frequency. It is also possible that holes made by *Dendroctonus micans* but subsequently deserted may serve the fly for oviposition purposes. It is not yet known, whether the injuries caused by the larva weaken the trees and render them liable to be attacked by other insects. Probably this depends on how many years the attack lasts and this time may vary but has in some instances been found to extend over a couple of years.

2. *The one-banded pine weevil* (*Pissodes phiniphilus* HERBST).

During the last years numerous observations have been made in Sweden which show that *P. piniphilus* (fig. 7) is a common insect and that the in-

[1] No. I was published in Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt H. 19, 1922.

juries caused by it must not be underestimated. The mode of oviposition, the tunnels and the pupal chambers (fig. 8 & 9) are of the same type as those of *P. pini* only smaller. The weevil has been found from Scania in the South of Sweden to Norrbotten in the North. It attacks chiefly the crown of the pine-trees but may also on smaller trees occur on the greater part of the trunk. The importance of *P. piniphilus* is evident from the following analyzes of dying or dead trees graphically drawn in figs. 10—12. In all instances this pine weevil started the attack, in some cases, however, following on *Peridermium*. In most instances *Myelophilus piniperda* followed in the next year in the lower part of the trunk, but when the attack of the pine-weevil was very severe, as in no. 9 Table I, *Hylurgops palliatus* succeded in the following year. Sometimes *Pissodes pini* started attacking in the same year as *P. piniphilus*, but in the lower part of the trunk (no. 3 table II and fig. 12), and in some cases *Carphoborus Cholodkovskyi* succeded in the year following upon the attack of the pine beetle (fig. 11 and no. 1, 4 and 5 table II).

3. *Orchestes testaceus* Müll.

The adult, the larva and the pupa are delineated in figs. 13, 14 and 15 resp. The larva makes mines in the leaves of birch (fig. 16) and alder (fig. 17). The oviposition takes place in the middle vein of the leaf, the larva making at first a narrow tunnel towards the margin of the leaf, but subsequently excavating the mine into a blotch-mine in which later on the circular cocoon is conspicuous through its black colour. When the leaves are small (fig. 16) the first narrow part of the mine is swallowed by the blotch-mine causing the observer wrongly to believe that there is only a blotch-mine. Locally outbreaks of this species have been observed by the author, when almost all leaves were attacked.

4. *Trichogramma evanescens* Westw an egg-parasite of *Lyda* (*Cephaleia*) *signata* F.

During an outbreak of *Lyda signata* at Dalby in the South of Sweden, this parasite was bred from the *Lyda*-eggs. An minute comparison of the material in my position with *Oophthora semblidis* Auriv. of which species material was put to my disposal by the courtesy of professor Y. Sjöstedt of the Museum of Natural History, Stockholm and of specimens bred from eggs of *Arctia caja* by dr. F. Nordström failed to show any differences between them, and an examination of the drawings of *Trichogramma piniperdæ* made by Wolff also failed to reveal any distinguishing characteristics. My opinion that *T. evanescens* Westw. is widely distributed and has many different hosts was subsequently confirmed both by mr. Kryger of Copenhague, the wellknown authority on *Trichogamminæ* and by mr. J. Waterston, of the Brittish Museum.

A compilation of the hosts of *T. evanescens* (s. 17) goes to show that it is one of the most polyphagons egg-parasites hitherto recorded, with a list of not less than 30 different species recorded (not to speak of all species not recorded). In Dalby the egg-parasite during several summers played an important part, in 1919 killing about 90% of the eggs of the spruce saw-fly. During the following years, as a consequence, the saw-fly was rather scarce but in 1923 it increased in number again and this time the climatic conditions were not favourable to the propagation of the parasite which in this year only killed about 5% of the eggs.

5. *Other parasites of Lyda signata.*

Beside *Trichogramma evanescens* also other parasitic hymenoptera were obtained during the outbreak of the saw-fly. The investigations were made in the spring by digging in the ground where the larvæ and pupæ of the saw-fly were hibernating. As the parasites of this species always leave their hosts before pupating it is not strictly true that they were bred from the saw-fly. But as they were found in the ground close together with larve and pupæ of the saw-fly and the forest consists of a pure spruce stand, where no other phytophagou insects occured there is every reason to believe them to be the parasites of *Lyda signata*. The parasites were kindly identified by dr. A. ROMAN of the Museum of Natural History, Stockholm. They were as follows: *Xenoschesis fulvipes* HGN.. *Limnerium crassifemur* THN, *Mesochorus sylvarum* CURTIS and *Holocremna nov. spec.* The only one of these parasites, some host insects of which are known, is *Mesochorus sylvarum* CURTIS, which has been bred by BIGNELL from *Vanessa atalanta*, attacked by *Microgaster subcompletus* and by LYLE from *Pandemis ribeana* attacked by *Phytodiætus polozonias*. From these data it seems likely that *Mesochorus* is a hyperparasite.

Beside the parasites which were bred from pupæ and cocoons collected in the ground the same species and others were caught in the forest. At the end of July 1918 f. i. *Xenoschesis fulvipes* HGN. was quite as abundant in the forest as the saw-fly had been in the beginning of June. Amongst these parasites *Xenoschesis*, *Halocremna n. sp.* and *Mesochorus sylvarum* occurred beside the following species: *Epiurus stenostigma* THN, *Homaspis narrator* GRAV., *H. narrator var. subalpina* SCHM: *Tryphon consobrinus* HGN. *T. brunniventris* GR. *var. incestus* HGN. *Lissonata dubia* HGN. *Glypta resinana* HTG. *Phœogenes osculator* THNBG. *Meteorus albitarsis* CURT. *Hadrodactylus flavifrontator* THBNG and from cocoons attached in great numbers to the branches of the spruce-trees *Pygostolus sticticus* F. was hatched.

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

REDOGÖRELSE FÖR VERKSAMHETEN VID STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT UNDER ÅR 1923.

Jämlikt föreskriften i § 17 mom. 10 av Kungl Maj:ts nåd. instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt av den 15 mars 1915 ha efterföljande berättelser från resp. föreståndare för skogsavdelningen, naturvetenskapliga avdelningen och entomologiska avdelningen vid skogsförsöksanstalten upprättats. Dessutom är här intagen redogörelse för under samma år utförda arbeten av försöksledaren av vissa specialundersökningar rörande de norrländska skogarnas föryngring på grund av den utav Styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt den 2 maj 1916 för försöksledaren fastställda instruktionen.

I. SKOGSAVDELNINGEN.

Under januari, februari och mars månader samt delar av april fortgick innearbetet vid avdelningen med uträkningar av material eller bearbetningar. Frånsett en kortare resa till Siljansfors i början av april, togo de mera regelbundna fältarbetena sin början i mitten av samma månad och pågingo med smärre avbrott till mitten av oktober. Härjämte har föreståndaren i november företagit tvenne kortare resor till Bergslagen och Siljansfors samt första skogsbiträdet en fyradagars resa i Bergslagen. Under senare delen av oktober samt i november och december sysslade i övrigt hela avdelningens personal med innearbetena liksom under årets första del.

Föreståndarens resor hava omfattat 137 dagar, därav 27 dagar använts för Siljansfors försökspark och 10 dagar å den nya försöksparken Svartberget-Kulbäcksliden i Västerbotten. Förutom arbeten på försöksparkerna ha föreståndarens fältarbeten i någon mån använts för revisionerna av äldre försöksytor, men huvudsakligen för utsättande av nya försöksytor i övre Norrland och i Skåne (se tabell 1). Komplex av nya försöksytor ha anlagts å Kramfors Aktiebolags marker vid Hoting (12 stycken), å Sikå revir i Lappland (10 ytor), i Jockmock (7 ytor) samt vid Friggesund och Hedvigsfors i Hälsingland (10 ytor). Vidare har avdelningen övertagit 8 stycken av Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolags skogsförvaltning anlagda ytor å Johannisholm i Venjans socken, Dalarna. Föreståndaren har vidare företagit flera rekognosceringsresor genom Lappland i syfte att undersöka möjligheterna för anläggande av en försökspark i dessa trakter eller för spridda gallringsytor. Med Kungl. Maj:ts medgivande företog föreståndaren en kortare resa å Själland i början av april.

För den nordiska skogskongressen i Göteborg demonstrerade föreståndaren i juli avdelningens omfattande gallrings- m. fl. försök å Svältorna i Västergötland. I samband med denna kongress avhöllo representanter för de nordiska skogsförsöksanstalterna möte i Göteborg för planläggning av samarbete

mellan de danska, finska, norska och svenska skogsförsöksanstalterna. På grund av föreståndarens för skogsförsöksanstalten i Danmark sjukdom fortsattes detta sammanträde även i Köpenhamn efter ett besök å skogsavdelningens omfattande gallringsförsök å Dalby kronopark i Skåne.

Den 29 juni besöktes skogsförsöksanstalten av ett 20-tal finska skogsmän; i juli av ett flertal exkursioner av skogsmän från Schweiz, Österrike m. fl. länder. Dessa exkursioner av utländska skogsmän ha även berört ett flertal av avdelningens undersökningsserier i skogarna.

Assistentens resor inom landet ha omfattat 109 dagar. Härvid har hans tid huvudsakligen upptagits med mätningsarbeten å de för försöksanstalten reserverade områdena av Tönnersjöhedens kronopark samt å Svartbergets och Kulbäckslidens försöksparker, varjämte han deltagit vid arbetet med skogsutställningen i Göteborg och även utsatt och behandlat några nya försöksytor. Vidare har han under 5 veckor med bidrag av anstaltens expensmedel företagit en skoglig studieresa i Frankrike.

För uppmätning och kartläggning samt arealberäkning och beståndskubering av Tönnersjöhedens försökspark har varit anställd en extra assistent från den 15 juli till årets slut.

Första skogsbiträdets resor ha omfattat 147 dagar, och har han härunder huvudsakligen varit sysselsatt med revision av äldre försöksytor eller uppmätning och uppskattning av nya ytor samt i någon mån med ordnandet av avdelningens utställning på jubileumsutställningen i Göteborg.

De övriga två skogsbiträdenas resor ha omfattat respektive 134 dagar och 136 dagar. Under dessa resor ha i huvudsak utförts arbeten å de spridda försöksytorna, men 37 dagar ha använts för arbeten på Siljansfors försökspark. — Ett extra skogsbiträde har varit anställt under fem månader för beståndstaxering å Svartberget-Kulbäckslidens och Tönnersjöhedens försöksparker.

Av de skilda uppgifter, som tillkomma avdelningen enligt det av styrelsen den 28 april 1922 fastställda programmet, har följande kommit till utförande under året.

1. Föryngringsfrågan.

a) Fröundersökningar.

Sammanställningar över frötillgången hos skogsträden ha liksom föregående åren bearbetats av första skogsbiträdet G. Mellström. Avdelningens omfattande material för belysande av fröproveniensens betydelse för särskilt tallen har samarbetats och en uppsats härom utgivits av föreståndaren. Insamling av kott för utrönande av kottmängd och dess duglighet har skett å försöksparkerna Siljansfors och Svartberget.

b) Åtgärder för naturlig föryngring.

Försöken med olika blädningsmetoder ha fortsatts på Siljansfors. Här ha utförts blädningsförsök med s. k. luckblädning dels i en större grantrakt (Blädningstrakt IV), där försöksytan Sf. 34 om 1 hektar mer ingående studerats, dels å höjdläge å Leksberget, där försöksytan Sf. 22 : III slutbehandlats. För erhållande av föryngring under skärm ha markberedningar utförts dels å Siljansfors å Norrlandsåsen, dels bl. a. ytan Sf. 8 markberetts, dels å Svartberget (försöksytorna VS 3 a och b, VS 4 I—II). För blivande blädningsförsök har utsatts och kartlagts 4 ytor å Kulbäcksliden: försöksytorna

VK 2, VK 3, VK 4 och VK 5. För studium av marbuskarnas reagensförmåga har anlagts en ny yta å Siljansfors (Sf. 35).

c) Skogsodlingsåtgärder.

Såddförsöken var 14:de dag under vegetationsperioden ha fortgått å Siljansfors (Sf. 27).

Från Aktiebolaget Skogsegendomar har erhållits en större sändning poppelsticklingar för användning å försöksparkerna. Av dessa ha 17 arter utplanterats i försöksanstaltens plantskolor i Stockholm samt 6 arter å den blivande försöksparken å Tönnersjöheden.

2. Skogsbeståndens utveckling.

För utrönande av skogsbeståndens produktionsförmåga samt betydelsen av olika gallringsmetoder ha revisioner av försöksytor fortgått som vanligt. Härvid har under år 1923 behandlats följande 47 stycken ytor, nämligen:

Tallytor.

Ytan	61–II	Haverö kyrkoherdeboställe, Mpd	4:de	uppskattningen
»	82	Meurisvare kronopark, Lpl	3:dje	»
»	98	Öns » Mpd	»	»
»	99I	» » »	»	»
»	202	Sörby » Sdm.	»	»
»	423	» » »	2:dra	»
»	433	Bergvik, Bergvik & Ala Nya A.-B., Hls.	»	»
»	434	Sunnäs, » » » » » »	»	»
»	435	Svegs kyrkoherdeboställe, Hjd	»	»
»	436	» » »	»	»
»	437	Älvros, Bergvik & Ala Nya A.-B., Hjd.	»	»
»	438	» » » » » » »	»	»
»	439	Glissjöberg, A.-B., Iggesunds Bruk, »	»	»
»	440I	» » » » »	»	»
»	441I	» » » » »	»	»

16 ytor.

Granytor.

Ytan	190	A.-B. Mölnbacka—Trysil, Vrml.	3:dje	uppskattningen
»	191	» » »	»	»
»	192	» » »	»	»
»	223	Sandviks kronopark, Sm.	»	»
»	229	Skälsnäs » »	»	»
»	240	Karlskoga kyrkoherdeboställe, Vrml.	»	»
»	265I–II	Dalmyrhöjdens kronopark, Vb.	2:dra	
»	381	Strömbacka A.-B., Hls.	»	»
»	382	» » »	»	»
»	383I–II	» » »	»	»
»	385	» » »	»	»
»	386	» » »	»	»
»	509	A.-B. Mölnbacka—Trysil, Vrml.	»	»
»	510	» » »	»	»
»	511	» » »	»	»

17 ytor.

Tabell I. **Förteckning över nyanlagda försöksytor år 1923.**

Ytans n:r	Areal har	Beskaffenhet	Belägenhet		Behandling
99 II	0,10	96-årig mossrik tallskog	Svartviks A.-B.	Mpd.	Orörd jämförelseyta
154 III	1,1868	72- » granskog	Skarhults kronopark	Sk.	Stormhärjningsundersökning
154 IV	3,4304	72- » »	» »	»	»
154 V	0,5364	72- » »	» »	»	»
154 VI	0,5832	72- » »	» »	»	»
155 III	0,2716	48- » »	» »	»	Stormhärdningsförsök
265 III	0,16	121- » moss-risrik granskog	Kronop. Dalmyrhöjden	Vb.	Orörd jämförelseyta
440 II	0,12	56- » lavrik tallhed	A.-B. Iggesunds Bruk	Hjd.	» »
441 II	0,18	39- » lav-mossrik tallskog	» » »	»	» »
525 V	0,5809	40- » granskog	Fulltofta länsallmänning	Sk.	Stormhärdningsförsök
525 VI	0,217	40- » »	» » »	»	»
525 VII	0,24	40- » »	» » »	»	»
525 VIII	0,29625	40- » »	» » »	»	»
601 III	0,11	31- » mossrik barrblandskog	Fiskeby Fabriks A.-B.	Ög.	Orörd jämförelseyta
602	0,20	59- » mossrik barrblandskog	» » »	»	Stark låggallring
603	0,20	53- » mossrik tallskog	» » »	»	» »
604 I	0,25	70—200-årig mossrik granskog	Kramfors A.-B., Hoting	Ågl.	Extra stark låggallring
604 II	0,25	70—200- » » »	» » »	»	Stark låggallring
604 III	0,25	70—200- » » »	» » »	»	Stark krongallring
604 IV	0,25	70—200- » » »	» » »	»	Orörd jämförelseyta
605	0,20	76-årig björkskog	» » »	»	Extra stark låggallring
606	0,18	76- » »	» » »	»	» » »
607	0,25	76- » »	» » »	»	» » »
608 I	0,16	120- » »stavagran»	» » »	»	Orörd jämförelseyta
608 II	0,16	120- » »	» » »	»	Stark gallring
608 III	0,16	120- » »	» » »	»	Extra stark gallring
609 I	0,16	120- » »	» » »	»	» » »
609 II	0,16	120- » »	» » »	»	Svagt gallrad jämförelseyta
610 I	0,25	70- » mossrik tallskog	Kronans strömfall vid Junkarhällan	Lpl.	Extra stark gallring
610 II	0,25	70- » » »	» »	»	Stark gallring
610 III	0,25	70- » » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
611 I	0,25	163- » lavrik tallhed	Sucksoive kronopark	»	Ljushuggning
611 II	0,25	163- » » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
612 I	0,25	163- » mossrik tallskog	» »	»	Ljushuggning
612 II	0,25	163- » » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
613 I	0,20	72- » lav-mossrik tallskog	Kronop. Vargisåvattnen	»	Extra stark låggallring
613 II	0,20	72- » » » »	» »	»	Stark låggallring
613 III	0,20	72- » » » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
614	0,136	70- » moss-risrik tallskog	» »	»	Stark låggallring
615	0,25	170- » lavrik tallhed	» »	»	Ljushuggning
616	0,20	170- » lav-mossrik tallskog	» »	»	»
617 I	0,25	74- » moss-lavrik tallskog	» »	»	Extra stark låggallring
617 II	0,25	74- » » » »	» »	»	Stark låggallring
617 III	0,15	74- » » » »	» »	»	Orörd jämförelseyta
618	0,16	7- » tallskog på mosse	» »	»	Kartläggning o. plantmätning
619	0,407	54- » ekskog	Hjularöds gods	Sk.	Stark gallring
620	0,15	53- » askskog	» »	»	Stark låggallring
621	0,144	42- » »	» »	»	» »
622	0,21	98- » mossrik tallskog	A.-B. Iggesunds Bruk	Hls.	Svag låggallring
623 I	0,25	98- » » »	» » »	»	Orörd jämförelseyta
623 II	0,25	98- » » »	» » »	»	Ljushuggning
624 I	0,25	98- » lav-mossrik tallhed	» » »	»	Stark låggallring

Ytans n:r	Areal har	Beskaffenhet	Belägenhet	Behandling
624 II	0.25	98-årig lav-mossrik tallhed	A.-B. Iggesunds Bruk Hls.	Extra stark låggallring
624 III	0.25	98- » » » »	» » »	» » »
624 IV	0,16	98- » » »	»	Orörd jämförelseyta
625 I	0,25	137- » » » »		
625 II	0.25	137- » » » »		Ljushuggning
625 III	0,25	137- » » » »	» » » »	»
626 I	0,32	109- » moss-lavrik tallskog	St. Kopparb. Bergsl. A.-B. Dlr.	Stark låggallring
626 II	0,315	109- » mossrik tallskog	» » » »	Orörd jämförelseyta
626 III	0,30	109- » » »	» » »	Extra stark låggallring
626 IV	0.30	109- » » »	» » »	Stark låggallring
627 I	0,226	112- » lav-mossrik tallskog	»	» »
627 II	0,25	112- » » » »	»	» »
627 III	0,228	112- » » » »	» »	Extra stark låggallring
627 IV	0,25	112- » » » »	» »	Orörd jämförelseyta
Sf. 26	0,30	70-årig barrblandskog	Siljansfors försökspark Dlr.	Stark låggallring
» 27	0.60	hygge	» »	Såddförsök
» 28 I	0.30	90-årig barrblandskog		Extra stark krongallring
» 28 II	0,16	90- » »		Orörd jämförelseyta
» 29	0.25	65- » mossrik tallskog	» » »	Stark låggallring
» 30 I	0,25	65- » barrblandskog	» » »	Stark krongallring
» 30 II	0,16	65- » »	» » »	Orörd jämförelseyta
» 31	0,21	80- » granskog	»	Stark krongallring
» 32	0,25	70- » mossrik tallskog	» » »	Stark låggallring
» 33 I	0,25	85- » barrblandskog	» »	Extra stark krongallring
» 33 II	0,27	85- » »	»	Orörd jämförelseyta
» 34	1,00	80- » granskog	» »	Blädningsförsök
» 35	0,25	130- » moss-lavrik tallskog	» » »	Marbuskförsök
» 36	0,20	90- » barrblandskog	» » »	Stark låggallring
» 37	0,25	85- » »	» » »	» »
» 38 I	0,25	80- » mossrik tallskog	» » »	» »
» 38 II	0,24	80- » » »	» » »	Orörd jämförelseyta
» 39	0.16	65- » » »	» » »	Stark låggallring
» 40	0.25	100- » tallhed	» »	Ljushuggning
» 41	0,30	100- » »	»	»
» 42	0,22	100- » mossrik tallskog	» »	»
» 43	0,12	45- » försumpad tallskog	» »	Tillväxtstudie å avdikad myrmark
» 44 I	0,15	50- » mossrik tallskog	» » »	Stark låggallring Marktemperaturundersökn.
» 44 II	0.121	50- » »	» » »	Orörd jämförelseyta Marktemperaturundersökn.
» 45	0,228	60- » örtrik granskog	» » »	Tillväxt- och föryngringsstudier å blåsippsmark
VS 1	0,60	40—105-årig tallhed med granunderväxt	Försöksparken Svartberget, Kulbäcksliden Vb.	Orörd
VS 2	0,60	95-årig tallhed	» » »	Ljushuggning
VS 3 a	0,50	120- » »	» » »	»
VS 3 b	0,50	120- » »	» » »	Ljushuggn. o. markberedning
VS 4 I	0.50	120- » »	» » »	Markberedning
VS 4 II	0.50	120- » »	» » »	Orörd
VK 1	0,90	220- » mossrik barrblandskog	» » »	Ljushuggn., ej slutbehandlad
VK 2	1.00	240- » mossrik granskog	» » »	Blädning, » »
VK 3	1,00	240- » » »	» » »	» » »
VK 4	1,00	240- » » »	» » »	» » »
VK 5	1,00	240- » »	» » »	» » »

Tabell 2. **Uppskattade prov- och gallringsträd år 1923.**

Trädslag	Fällda provstammar, som sektionerats på varje meter st.	Sektionerat gallringsvirke st.	Summa undersökta träd st.
Tall	2,257	2,579	4,836
Gran	2,091	1,561	3,652
Björk	312	271	583
Ek	33	6	39
Bok	—	1	1
Ask	53	25	78
Al	—	2	2
Asp	1	9	10
Lärk	48	30	78
Diverse	—	2	2
Summa	4,795	4,486	9,281

Barrblandskogsytor.

Ytan 203	Sörby kronopark, Sdm.	2:dra	uppskattningen
» 204	Ullevi f. d. länsmansboställe, Sdm.	3:dje	»
» 207	Oppunda häradsallmänning, »	»	»
» 222	Sandviks kronopark, Sm.	»	»
» 384	Strömbacka A.-B., Hls.	2:dra	»

5 ytor.

Björkytor.

Ytan 205	Ålberga kronopark, Sdm.	3:dje	uppskattningen
» 206	» gård, »	»	»
» 209	Ås » »	»	»
» 224^{I-II}	Sandviks kronopark, Sm.	»	»
» 225	» » »	»	»

6 ytor.

Lärkytor (se mom. 4) ..... 3 »

Summa 47 ytor

Vidare har för samma ändamål anlagts 91 nya ytor (se tabell 1). Vid uppskattningsundersökningarna har under året uppmätts 4 795 provstammar samt 4 486 sektionerade gallringsstammar (se tabell 2).

3. Sjukdomar och skador å skogsträden.

I samarbete med byrådirektören J. Sandström i statens meteorologisk-hydrografiska anstalt ha utförts omfattande kartläggningsarbeten å ett vind-

fällningsområde å kronoparken Skarhult, närmast för att utröna luftströmmarnas gång. Med ledning av dessa undersökningar är det för avsikt att vidtaga vissa skyddsanordningar mot stormfällning i granskogar med synnerligen exponerade lägen på kronoparken Skarhult och landstingsallmänningen Fulltofta. Även i dessa senare bestånd ha omfattande kartläggningsarbeten utförts.

Tabell 3. **Förteckning över utsatta och behandlade fasta trakter å Siljansfors försökspark år 1923.**

Trakt n:r	Åldersklass	Behandling	Försöksytor inom trakten		Antal utstämplade träd 8 cm och däröver	Areal har
			N:r	Areal		
t 5	IV	Fri gallring	21I—II	0,2975	3,378	4,37
t 6b	VII	Låggallring	—	—	600	1,50
t 7b	IV	Fri gallring, Wagnerblädning	26	0,30	2,576	6,37
t 8	III—VIII	Fri blädning	22	5,00	4,307	13,65
t 9	III	Delvis gallring och borttagning av överståndare	—	—	568	4,00
t 13	VI	Ljushuggning	40 —42	0,77	3,177	12,15
t 14	VII	Fri blädning	—	—	1,338	8,79
t 15	V	Krongallring	28I	0,30	1,252	5,48
t 16	V	Låggallring	—	—	630	1,54
t 17	V	Krongallring	28II, 45	0,388	944	2,55
t 18	IV—V	»	33I—II	0,52	3,495	14,03
t 19	III—V	Fri gallring	—	—	839	3,08
t 19a	VI	Trakthygge	—	—	—	0,20
t 22	VII	Ljushuggning	—	—	1,805	5,91
t 22a	VII	Trakthygge med fröträd	—	—	—	1,45
t 23	III—IV	Låggallring	31, 32	0,46	2,969	7,32
t 24	III—VI	Blädning	—	—	1,330	3,33
t 25	IV	Fri gallring	—	—	644	1,56
t 26	IV	Låggallring	29, 30I—II, 39	0,82	3,912	13,00
t 27a	VII	Fri blädning	—	—	545	3,20
t 28	IV—VII	Luckblädning	34	1,00	2,933	14,45
t 33a	VII	Trakthygge med fröträd	—	—	—	9,02
t 33c	VII	» » »	—	—	1,320	1,60
t 33d	VII	Kanthygge (Wagner)	—	—	—	0,38
t 33e	VII	Ljushuggning	—	—	—	2,72
t 34	V	Trakthygge med marbuskar	—	—	1,103	1,73
t 35	VII	Ljushuggning	—	—	202	1,45
t 36	III—VI	Traktblädning	—	—	1,531	7,83
t 39	VII	Trakthygge med fröträd	—	—	1,150	3,04
t 41	VII	Ljushuggning	—	—	319	2,66
t 42	VII	»	4, 35	0,37	393	2,81
t 44	V	Fri gallring	37	0,25	1,198	4,59
t 45	VIII	Trakthygge	—	—	791	1,35
t 46a	V	Låggallring	38I—II	0,49	495	3,04
t 48	VII	Trakthygge med fröträd	—	—	822	1,44
avd. 41	—	Beredningshuggning	—	—	66	0,97
» 74	VIII	Trakthygge	—	—	366	1,01
» 128	V	Fri gallring	—	—	223	0,82
		Summa	—	10,9655	47,221	174,56

4. Skogsträdens raser och främmande skogsträds användbarhet i landet.

Lärk. Under berättelseåret har reviderats följande ytor, som tillkommit för studier av lärken vare sig den förekommer enbart eller i blandning med andra trädslag.

Ytan 324, europ. lärk å Lisjö gård, Vsm..... 3:dje uppskattningen
» 325, » » » » » ..... » »
» 338, » » » krpk. Skaraborgs Edsmären, Vg. 2:dra »

6. Arbeten å försöksparkerna.

Förutom de arbeten, som ovan berörts vid redogörelsen av de olika grupper av programenligt utförda undersökningar, ha följande viktigare arbeten kommit till utförande under berättelseåret å försöksparkerna.

Siljansfors. Frånsett tid för meteorologiska och hydrografiska observationer samt tillsyn över drivningarna under vintern ha fältarbetena pågått oavbrutet under tiden 9 april—28 november.

Härvid ha fortsättningsvis behandlats större delen av den del av Leksbergsblocket, som ej genomhöggs förra året. Utsyning och stämpling, inmätning och behandling har skett i de fasta trakter, som närmare redovisas i tabell 3. Därav framgår, att årets stämplingar utförts som beredningshuggning å 0,97 hektar, trakthuggning å 20,84 hektar, blädning (och delvis fri gallring) å 58 hektar, ljushuggning å 27,70 hektar, fri gallring å 18,42 hektar, krongallring å 22,06 hektar samt låggallring å 26,40 hektar.

Markberedning har utförts med kulturplogen å 4,20 hektar trakthyggen samt å 3,50 hektar i äldre tallskog i syfte att underlätta föryngring under skärm.

Väganläggning har utförts med en kombinerad basväg och gångstig från Ljugdammen över Norrlandsåsen runt Harkonberget till en längd av 1,980 m. Totalkostnad 640,75 kr. (32,4 öre per m).

Skogsdiken ha upptagits till en längd av 1,587 m för en kostnad av 1,056,74 kr. (66,6 öre per meter).

För att förebygga massuppträdande och härjning av den 8-tandade barkborren efter vinterns avverkning i de gamla och överslutna granbestånden på Leksberget, uttogos liggande fångstträd samtidigt med huggningen. Den 8-tandade barkborren började svärma först i mitten av juni. De utlagda fångstträden blevo mycket tätt besatta. Den 15 juli började upphuggning av fångstträd tillsammans med kvarlämnad kolved, vilket arbete fortgick tills den 17 augusti. Några torra träd ha denna sommar ej kunnat iakttagas uti dessa bestånd. Några fångstträd blevo även utlagda i blädningstrakt I, vilka blevo mycket tätt besatta med barkborrar. Även dessa upphöggos i rätt tid.

Försöksparken har under året i studiesyfte besökts av 74 personer.

Svartberget-Kulbäcksliden. Från 1 jan. 1923 har hela kronoparken Svartberget och en del av kronoparken Kulbäcksliden avsatts till försökspark och en skogsmästare stationerats i Vindeln från slutet av maj månad.

Det huvudsakliga arbetet under året har koncentrerats på kartarbetenas fullföljande efter de förberedande arbeten, som utfördes föregående år. Sålunda har under året jämväl för Svartberget upprättats en stomkarta. Linje-

nätet å Svartberget på 500 m avstånd har kompletterats med ytterligare en linje mellan de förutvarade, så att linjenätet på denna park nu ligger på 250 m avstånd. På Kulbäcksliden är avståndet 500 m.

För att bibehålla linjenätet en längre följd av år ha träden utefter linjerna märkts med gula runda oljefläckar. Stabila pålar äro nedslagna på varje 100 m och dessa ha målats med tvenne gula ringar. Vid alla fixpunkter i rågångarna ha stabila pålar nedslagits och dessa ha målats med tvenne röda ringar.

Avfattning av Kulbäcksliden igångsattes den 4 juni och avslutades den 12 juli. Svartberget avfattades omedelbart härefter, vilket arbete avslutades den 7 augusti. Kartorna ha upprättats i skala 1:4000 och avståndet mellan varje avfattningslinje har varit 100 m. I övrigt ha Domänstyrelsens föreskrifter den 27 maj 1916 angående indelning helt legat till grund.

Taxering av försöksparkerna ha utförts beståndsvis till 10 % av arealen. Kubikmassa och tillväxt ha därvid undersökts. Taxering av Kulbäcksliden påbörjades den 16 juni och avslutades den 21 juli och taxeringen av Svartberget påbörjades omedelbart härefter och avslutades den 24 augusti.

Linjenätet på Kulbäcksliden har avvägts.

Å försöksytorna 497, VS2 och VS3 å Svartberget har ljushuggning utförts under hösten. Samtidigt har ljushuggning utförts i försöksytornas närmaste omgivning.

Vid	försöksytan	497	ha	189	träd utstämplats
»	»	VS2	»	134	» »
»	»	VS3	»	198	» »

Markberedning har under hösten blivit utförd i tvenne bestånd å Svartbergets försökspark. Det ena beståndet är beläget å tallheden intill landsvägen och det andra beståndet å den s. k. Lövbrännan. I beståndet å tallheden har 8,43 har markberetts på 1,5 m förband och 3,46 har på 3,0 m förband. I beståndet å Lövbrännan har markberedningen utförts i tre olika förband sålunda:

1,27	har	i	2,5	m	förband	för	en	kostnad	av	17,72	kr. per har
1,62	»	i	2,0	m	»	»	»	»	»	18,06	» » »
1,47	»	i	1,5	m	»	»	»	»	»	27,55	» » »

För att erhålla kännedom om i vilken omfattning skogsvårdsåtgärder böra vidtagas å de hyggen, som funnos vid övertagandet av Kulbäckslidens försökspark, har plantbeståndet å 4 av dessa uppräknats på c:a 1 % av arealen.

På var och en av de båda parkerna har en mindre plantskola uppbrutits.

Under sommaren har skogmästarebostaden med tillhörande uthus blivit uppförd och inredd, så att bostaden kunde tagas i bruk den 9 oktober.

Vid Flakastugan å Kulbäckslidens försökspark har ett mindre uthus blivit uppfört.

Den föreslagna vägen mellan Kulbäckslidens by och Flakastugan är under hösten renstakad och avvägd. Samtidigt upprättades kostnadsförslag och arbetsbeskrivning.

Tönnersjöheden. Särskilda medel ha varit anvisade för kartläggning av denna park. På grund av polygonmätningen förra året har stomkarta upprättats. Under hösten har sedan uppmätts och taxerats första blocket å kronoparken samt hemmanet Bahla eller omkring $^2/_3$ av den blivande försöksparken.

Övriga arbeten.

Vid den stora skogsutställning, som ingick som en avdelning av exportutställningen vid jubileumsutställningen i Göteborg hade Statens Skogsförsöksanstalt en större och belysande utställning över pågående undersökningar eller vunna resultat. I den utgivna specialkatalogen redogöres å sid. 49—105 för Skogsförsöksanstaltens utställning. Härvid bidrog skogsavdelningen med redogörelser för avdelningens gallringsmetoder och de metoder för skogens föryngring, som prövas. Vidare belystes proveniensfrågan (för tall, gran, ek och lärk), silvergranens produktion och föryngring, lärkens produktion i Sverige, gallringsförsök i sydsvensk gran, blädningsförsök i granskog, aspens produktion, sydvästra Sveriges ljunghedar samt gallringsförsök i nordsvensk tallskog. Slutligen utställdes en ingående beskrivning över Siljansfors försökspark och där anlagda försök.

I Skogsförsöksanstaltens publikationer har från avdelningen under året publicerats:

GUNNAR SCHOTTE: Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Svältorna i Västergötland (Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare VI) 68 sid. .....

—— Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Visingsö (Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare VII) 64 sid. .....

—— Tallfröets proveniens — Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga. (Några norrländska föryngringsproblem I) — Medd. h 20, s. 305—400

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1923. I Skogsavdelningen. Medd. h. 20, s. ..... 425—434

—— Bibliografisk förteckning över innehållet i Statens Skogsförsöksanstalts publikationer under 20-årsperioden 1904—1923 Medd. h. 20, s. ..... 441—476

SVEN PETRINI: En numerisk metod för inmätning av rågångar och linjenät vid upprättande av skogskartor. Flygblad n:r 29 16 sid.

GÖSTA MELLSTRÖM: Skogsträdens fruktsättning år 1922. Flygblad n:r 28. 16 sid.

* * *

Skogsmästare O. Henriksson har varit tjänstledig under januari och februari månader på grund av fortsatt anställning som bitr. sekreterare hos skogstaxeringssakkunnige. I övrigt har den fast anställda personalen tjänstgjort hela året. Som extra assistent från 15 juli har varit anställd e. jägmästaren Fritz Hallberg samt som biträde vid taxeringsarbetena å försöksparkerna, skogsmästaren G. Henriksson.

Statens Skogsförsöksanstalt den 15 dec. 1923.

GUNNAR SCHOTTE.

II. NATURVETENSKAPLIGA AVDELNINGEN.

Arbetet å avdelningen har pågått i huvudsak efter samma program och linjer som föregående år och har under första delen av berättelseåret bestått i laboratoriearbeten samt i författandet av avhandlingar och redogörelser för de erhållna resultaten.

Föreståndaren har fortsatt sina sedan ett par år pågående undersökningar över humustäcket i våra barrskogar, vilken undersökning nu kan sägas vara förd så långt, att författandet av en mera ingående avhandling i ämnet är i full gång. Den torde komma att publiceras i förra hälften av nästkommande år. De i föregående årsberättelse omnämnda experimenten och kulturförsöken ha fortsatts och liksom föregående år på ett vackert sätt bekräftat de på laboratoriet vunna resultaten. Redogörelsen för dessa försök torde hinna föreligga i tryck före nästa sommar.

Tjänstgörande vikarien för docenten TAMM, ingeniör CARL LUNDBLAD, har med den av TAMM utarbetade oxalatmetoden utfört en serie analyser av brun- och podsoljordar. Resultaten kunna ännu icke publiceras men visa metodens användbarhet för lösande av vissa frågor inom markläran. Assistenten i skogsbotanik, docenten ROMELL, ägnade sig under första delen av berättelseåret åt en bearbetning av planmässigt utförda observationer över gallringarnas inflytande på tiden för de norrländska tallbeståndens tillväxt samt utarbetade nya och noggrannare metoder för utförandet av hithörande tillväxtmätningar. Han erhöll sedermera i uppdrag att sammanställa och ordna naturvetenskapliga avdelningens utställning på Göteborgsutställningen. Assistenten MALMSTRÖM var under förra delen av berättelseåret sysselsatt med att utarbeta sin stora avhandling om Degerö stormyr.

Utearbetena började i slutet av april månad, då docenten ROMELL i södra Sverige på olika platser insamlade material för markprofiler, avsedda att utställas i Göteborg. Docenten TAMM, som under året varit tjänstledig, har med stort tillmötesgående övervakat fortsättandet av kulturförsöken vid Vaggeryd i norra Småland.

Sommarens utearbeten ha till en mycket viktig del varit förlagda till Siljansfors försökspark, där assistenterna MALMSTRÖM och LUNDBLAD utfört en mycket ingående undersökning över parkens flora, geologi- och jordmånsförhållanden. Omfattande insamlingar ha gjorts av bergarter och jordprov och de viktigare resultaten ha kartlagts. Norrland har besökts under kortare resor av föreståndaren och assistenten MALMSTRÖM. De undersökningar, som assistenten ROMELL förra sommaren påbörjade över gallringsproblemets fysiologi, har han under den förflutna sommaren fortsatt i några gallringsytor på Jönåkers häradsallmänning.

Sedan utearbetena avslutats, vad Siljansfors försökspark beträffar först så sent som i oktober månad, ha vinterarbetena fortgått på sedvanligt sätt med bearbetande av under sommaren insamlat material.

Föreståndaren föreläste såsom vanligt marklära för jägmästarekursens elever under månaderna februari—april samt företog med dem en exkursion till norra Uppland och Dalarna under tiden 1—7/6. Vidare har föreståndaren fungerat som ordförande i kommittéen för skogsavverkningsstatistik och en allmän rikstaxering av våra skogar under tiden 1/1—28/2 samt från 1/4 t.

o. m. 30/4. Då viktiga delar av kommitterades arbete under denna tid avslutades, måste föreståndaren under dessa månader ägna en väsentlig del av sin tid åt kommittéarbete.

För enskilda angelägenheter har föreståndaren varit tjänstledig under tiden 24/4—23/5; som vikarie fungerade docenten ROMELL och som dennes vikarie fil. mag. EKSTRAND. Såsom t. f. professor i kemi och geologi vid Alnarps lantbruksinstitut har docenten TAMM hela året åtnjutit tjänstledighet; såsom hans vikarie har vid anstalten tjänstgjort ingeniören CARL LUNDBLAD, medan TAMMS föreläsningsverksamhet vid skogshögskolan uppehållits av lektor HALDEN.

I anstaltens flygblad och meddelanden ha av avdelningens tjänstemän publicerats följande:

HENRIK HESSELMAN: Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1923. II. Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. h. 20 s. 433—436.

CARL MALMSTRÖM: Degerö stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. Medd. h. 20 s. 1—206.

Skogsförsöksanstalten den 15 dec. 1923.

HENRIK HESSELMAN.

III. SKOGSENTOMOLOGISKA AVDELNINGEN.

Under vårterminen upptogs en mycket avsevärd del av såväl föreståndarens som assistentens arbetstid av förberedelser för deltagande i skogsutställningen i Göteborg. För densamma iordninggjordes nämligen förutom ett stort antal lådor, åskådliggörande de skadliga skogsinsekternas utveckling och prov på deras skadegörelse, en serie kartor och tabeller som illustrerade de undersöksmetoder som utbildats vid avdelningen. Närmare uppgifter om denna entomologiska utställning, som är den största som hittills åvägabragts i vårt land, återfinnas i utställningskatalogen.

För övrigt bearbetades under vårterminen det vidlyftiga observationsmaterial, som under föregående somrar insamlats vid de försök, vilka anställts i syfte att utröna inverkan av avverkningstid, exponeringssätt och barkningsgrad på barkborrarnas val av yngelträd samt avkommans utveckling i dessa. De olika observationerna ha sammanförts i översiktliga tabeller för vidare bearbetning.

Under vårterminen utarbetades och publicerades vidare ett flygblad över tallbocken och dess skadegörelse.

Under höstterminen har arbetstiden ägnats åt ordnandet och bestämmandet av det under sommaren insamlade materialet, varjämte två uppsatser författats och publicerats, den ena kallad »Mål och medel inom skogsentomologien» utgörande en väsentligt utvidgad omarbetning av det föredrag med samma titel, som undertecknad höll vid det första nordiska entomologmötet i Stockholm d. 29—30 juni innevarande sommar, och skildrande de undersökningsmetoder, som utbildats vid den skogsentomologiska avdelningen, den andra, »Skogsentomologiska bidrag II» innehållande smärre uppsatser.

Under sommaren deltog undertecknad i den internationella kongressen för fytopatologi och praktisk entomologi i Waageningen i Holland 24—27 juni, i vilken bl. a. de båda ledande entomologerna i Nord-Amerika mr L. A. Howard, Bureau of entomology, Washington, och mr A. Gibson, Canada, deltogo, varvid ett samarbete ifråga om vissa undersökningar överenskoms. Vidare deltog undertecknad i det nordiska entomologmötet i Stockholm 29—30 juni, i det skandinaviska skogskongressen i Göteborg 5—6 juli samt i det skandinaviska Naturforskaremötet i Göteborg 7—14 juli.

Sommarens arbeten ha ägnats åt undersökningar över barkborrarnas geografiska utbredning, varvid värdefull hjälp lämnats vid utläggandet av de för ändamålet nödvändiga fångstträden av jägmästare F. Bergman och Enecrantz, Kolleberga, löjtnant Berg, Rödjenäs, forstmästare K. Lindman, Gammelkroppa, jägmästare K. Söderlund, Baggå, jägmästare E. Geete, Särna, skogschefen Ernst Andersson, Ockelbo och skogsförvaltaren M. Anderson, Gyljen.

Vidare har vid Gammelkroppa fortsatts undersökningar över snytbaggen samt över avverkningstidens, exponeringens och barkningsgradens inverkan på barkborrarna, varvid hänsyn även tagits till stammarnas dimensioner och barktjocklek.

Den under föregående år påbörjade metoden att analysera torkande och torra träd har ytterligare tillämpats, så ofta tillfälle därtill erbjudits, och resultaten därav ha delvis publicerats i de båda uppsatserna.

Över den större märgborrens uppträdande ha kompletterande undersökningar utförts vid Kolleberga, Hökensås häradsallmänning, Rödjenäs, Särna och Gyljen.

Fortsatta studier över den åttatandade barkborren ha utförts vid Hofors i samarbete med skogschefen O. Wetterhall.

Med anledning av rapporter om den röda tallstekelns härjningar i Södermanlands och Östergötlands län igångsattes en undersökning över densamma, varvid engagerats de nyexaminerade jägmästarna E. Rådberg och Thorell. I kostnaderna för detta arbete deltogo skogsvårdsstyrelserna i de båda länen, Norrköpings stad samt Fiskeby A.-B., Forssjö A.-B. och Jönåkers häradsallmänning.

Vid skogsvårdsstyrelsens i Hallands län plantskola i Falkenberg studerades vid ett par besök skadegörelsen av den bruna öronvivelns (*Otiorrhynchus ovatus*), över vilken assistenten författat en uppsats.

Assistenten har under våren deltagit i arbetet med iordningställande och montering av material för Göteborgsutställningen, under sommaren deltagit i resan till Kolleberga och Falkenberg samt till Särna, varjämte han i Siljansfors försökspark kontrollerat fångsträdens effektivitet mot granbarkborren. Under den övriga delen av sommaren har han sysslat med uppfödning och undersökningar samt preparering av det biologiska material, som undertecknad insänt från olika håll. Under hösten har utarbetats en uppsats över det bruna öronviveln, varjämte han utfört en stor del av illustrationsarbetet till mina avhandlingar.

Från avdelningen har i försöksanstaltens publikationer utgivits under året:

Ivar Trägårdh: Mål och medel inom skogsentomologien. Medd. h. 20, s. 209—240.

—— Skogsentomologiska bidrag II. Medd. h. 20, s. 401—424.

Ivar Trägårdh: Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1923. III. Skogsentomologiska avdelningen. Medd. h. 20, s. 436—338.
—— Tallbocken. Flygblad n:r 27, 6 sid. Även i Skogen 1923, sid. 33—38.
Paul Spessivtseff: Bidrag till kännedomen om bruna öronvivelns (Otiorrhynchus ovatus L.) morfologi och biologi. Medd. h. 20, s. 241—260.

Skogsförsöksanstalten 15 dec. 1923.

Ivar Trägårdh.

IV. AVDELNINGEN FÖR FÖRYNGRINGSFÖRSÖK i NORRLAND.

Liksom år 1922 har avdelningens verksamhet även under berättelseåret varit starkt begränsad. Sålunda har endast skogsbiträdet haft helårsförordnande, under det att försöksledaren blott varit i tjänst under tiden 1—30 juni och 1 aug.—30 sept., d. v. s. sammanlagt tre månader.

Innearbetena, vilkas art och beskaffenhet givetvis fått väljas och begränsas med hänsyn till försöksledarens bortvaro under större delen av året, hava huvudsakligen bestått i fortsatt bearbetning av det tidigare insamlade materialet för studiet av det norrländska tall- och granfröets egenskaper, särskilt med avseende på grobarhetens variation, sedd i samband med de klimatiska förhållandena på kottinsamlingsplatserna. Under året nyinsamlat material av tall för belysande av dessa frågor har likaledes blivit undersökt. Som en del av frömaterialet förvaras i paraffinerade flaskor, stående i isskåp, giva de fortsatta fröanalyserna efterhand också upplysning om grobarhetens förändringar vid fröets förvaring under konstant låg temperatur (mindre än + 6° C.)

Resor och fältarbeten hava tagit i anspråk följande tider för de olika tjänstemännen. Försöksledaren: 1—30 juni, 14—15 juli, 17—22 aug., 28—30 sept.; summa 41 dagar. Skogsbiträdet: 23 maj—22 juni, 7 aug., 14 sept., 28 sept.—26 okt.; summa 62 dagar. Skogsbiträdet har dessutom under 15 dagar, 19 aug.—2 sept., företagit resor och utfört fältarbeten för skogsavdelningens räkning.

Inom de olika undersökningsgrupperna hava följande arbeten kommit till utförande.

1. Föryngringsfrågan.

a) Fröundersökningar.

Sommaren 1923 var en av de kallaste och fuktigaste, som förekommit, sedan meteorologiska observationer överhuvud taget påbörjades i Sverige. Ehuru redan förut ett mycket betydligt frömaterial hopbragts, ansågs det under sådana förhållanden lämpligt, att även under berättelseåret ett antal över hela landet fördelade prov av 2-årig tallkott anskaffades. I anledning härav har insamling av 20 svenska och 2 danska kottprov, vardera om 20 liter, utförts under november månad. Av varje prov har en del av den insamlade kotten redan blivit klängd under det att resten sparats för att klängas efter viss tids förlopp, varvid fröets eventuella eftermognande i kotten skall studeras. — De vid klängningen erhållna fröpartierna hava rensats och underkastats grobarhetsanalys i Jacobsenska groningsapparaten.

I likhet med under föregående år har revirförvaltningen i Bispgården stått försöksanstalten till tjänst med insamling av den totala kottkvantiten från 7 förut utvalda provträd. Kotten har blivit klängd å avdelningen, det erhållna fröets grobarhet har undersökts, och kvantitativa mått- och viktbestämningar ha utförts.

Sammanlagt ha under året 478 fröprov analyserats i Jacobsenska groningsapparaten; 83 fröprov blevo för motsvarande undersökning utsådda i sandlådor och observerade under hela året; 369 fröprov utsåddes under våren å fritt land, därav 199 i gallerbur vid försöksanstalten, och 170 i för ändamålet nybrutna plantskolor vid Bispgården och Gällivare — lika många prov på vardera lokalen. Plantskolorna ha reviderats en gång under oktober månad, plantorna i gallerburen ha räknats och upplockats en gång i varje månad t. o. m. oktober. Äldre frilandssådder av samma slag vid Bispgården, Gällivare samt å Österåkers kyrkoherdeboställe ha ävenledes reviderats under hösten för att fastställa eftergroningens storlek.

Slutligen hava 36 fröprov underkastats en ingående anatomisk undersökning av groddens och frövitans längd och beskaffenhet.

Av de 78 tallfröprov, som blevo insamlade under eftervintern 1922, hava 20 st. blivit lagrade i hermetiskt tillslutna flaskor, förvarade i isskåp, i avsikt att på dem skall kunna konstateras grobarhetens förändring under längre tids förvaring.

b) och c) Åtgärder för naturlig föryngring och skogsodlingsåtgärder.

Genom Jämtlands läns skogsvårdsstyrelses tillmötesgående och på dess bekostnad har en ny försöksyta med avdelningens biträde kunnat utläggas under året, nämligen 596, avd. I—II, belägen å Österkälens hemmansskog i Krokoms socken, Jämtland. Ytan, som har en sammanlagd areal av 0,30 hektar, har behandlats medelst plöjning, varvid två olika skogsplogstyper, Vidéns samt en ny, av byggmästare Vinberg i Östersund konstruerad (modellen har senare något ändrats och förenklats!) för jämförelse avprovats å respektive avdelningar.

Under året hava följande försöksytor reviderats:

yta nr.	med antal avd.	yta nr.	med antal avd.	yta nr.	med antal avd.	yta nr.	med antal avd.
215	3	369	6	449:D	4	465	6
216	3	370	6	450	8	466	1
233	3	413	2	451	28	467	4
355	2	414	3	452	20	468	1
357	2	415	4	453	20	469	6
358	3	416	3	454	20	555	6
359	6	417	4	455	20	567:A	40
361	3	418	5	457	20	567:B	40
363:A	4	419	3	458	20	567:C	40
363:B	2	420	6	459	10	567:D	40
363:C	4	447	6	460	20	569	2
364	2	448	4	461	20	570	7
365	3	449:A	5	462	4	571	7
366	6	449:B	4	463	4	572	2
368	4	449:C	4	464	4		

Sammanlagt 59 ytor med 535 parceller och en areal av inalles 47,898 hektar.

Härtill komma revisionerna av de först omnämnda plantskolorna (frilandsbäddarna), tillsammans 9 olika fält med en areal av 0.133 hektar och omfattande ej färre 1,688 olika fröprof på lika många småparceller.

Ytorna 451—455 och 457—461 jämte å dem anlagda 80 st. grundvattensbrunnar hava blivit avvägda på nytt, varvid konstaterats den sjunkning som ägt rum efter kompletteringsdikningen 1918—1919.

På samma ytor hava liksom under de föregående åren vattenståndet i nyssnämnda grundvattensbrunnar blifvit uppmätt en gång i veckan under hela den tid brunnarne varit isfria.

Likaledes hava veckovisa temperaturavläsningar ägt rum vid ytorna 499 A—D och 567 A—D.

Sedan föregående årsberättelse har avdelningens negativsamling ökats med 5 nya plåtar och omfattar nu inalles 267 sådana, alla i formatet 13 × 18 cm.

Från avdelningen har under året avsänts 185 och inkommit 82 skrivelser.

Det anslagsbelopp, som stått till avdelningens förfogande har varit 12,959 kr., hvarav 6,800 kr. utgått under berättelseårets första halvår och 6,150 kr. under dess andra halvår.

I anstaltens publikationer har publicerats:

Edvard Wibeck: Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. Medd. h. 20, s. 261—304.

—— Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1923. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland. Medd. h. 20, s. 438—440.

Att nuvarande arrangement med helt korta tjänstgöringsperioder för försöksledaren, omväxlande med långa, större delen af året omfattande perioder, då hans tid helt tages i anspråk av ett maktpåliggande arbete av helt annat slag, är synnerligen olämpligt och hotar att bringa norrlandsavdelningens arbetsuppgifter i lägervall, blir mer och mer tydligt.

Murjek den 15 december 1923.

Edvard Wibeck.

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

BIBLIOGRAFISK FÖRTECKNING ÖVER INNEHÅLLET I STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALTS PUBLIKATIONER UNDER 20-ÅRSPERIODEN 1904—1923.

Upprättad av GUNNAR SCHOTTE.

Statens Skogsförsöksanstalt började sin verksamhet på försommaren 1902 med en del förarbeten såsom rekognosceringsresor m. m. Detta året kan närmast betraktas som ett organisationsår. Följande år kunde däremot undersökningarna bedrivas med mera fart, och redan år 1904 uppstod därför frågan om utgivandet av en särskild publikationsserie från Skogsförsöksanstalten. På förslag av dåvarade botanisten vid försöksanstalten, dr GUNNAR ANDERSSON, påbörjades detta år utgivandet i tryck av anstaltens undersökningar under titeln »Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt» i samma utstyrsel, som de i huvudsak allt fortfarande bibehållit. Det första häftet för år 1904 hade ganska blygsamma dimensioner om endast 53 sidor. För varje år har emellertid en volym utkommit med alltmera omfattande innehåll. Störst har i det avseendet varit h. 13 och 14 för åren 1916 och 1917, vilka hopslogos för att även vara festskrift med anledning av invigningen av skogsförsöksanstaltens nya byggnad den 3 maj 1917. Dessa båda volymer omfattade ej mindre än 1,506 sidor. De hittills utgivna 20 årgångarna av försöksanstaltens »Meddelanden» ha omfattat ej mindre än 6,276 sidor med 1,564 fig. i texten och 50 planscher. Med undantag för några årsberättelser, instruktioner samt redogörelser för nybyggnaden har det huvudsakliga av avhandlingarna jämväl tryckts i Skogsvårdsföreningens tidskrift. Från och med år 1919 ha Meddelandena i sin helhet medföljt Skogsvårdsföreningens tidskrift som bilagor.

Då vid Skogsförsöksanstalten utom de större undersökningarna ej sällan utföras undersökningar eller sammanställningar, av den art att de böra omedelbart meddelas den skogsintressade allmänheten, beslöts 1914 utgivandet av en ny populär skriftserie benämnd Skogsförsöksanstaltens flygblad. Av dessa ha hittills utkommit 29 nummer, vilka samtliga även varit avtryckta i tidskriften »Skogen».

För att göra de vetenskapliga publikationerna från Skogsförsöksanstalten kända i vidsträcktare kretsar påbörjades utgivandet 1921 under titeln »Skogliga rön», populärt framställda och relativt kortfattade resuméer av de större avhandlingarna, varvid tyngdpunkten skulle läggas på vad som var av direkt betydelse för det praktiska skogsbruket. Av denna publikationsserie har hittills blott utkommit ett nummer, men flera äro planerade att utgivas under närmaste framtiden. De åtfölja tidskriften »Skogen» som bilaga, men finnas även tillgängliga som separat.

Vid exkursioner, där in- och utländska skogsmän äro samlade, har Skogsförsöksanstalten ansett det som sin plikt att i största möjliga omfattning demonstrera pågående undersökningar och uppnådda resultat ute i skogarna. För att härvid göra det omfattande siffermaterialet lättast tillgängligt har skogsavdelningen dels till exkursionerna åren 1909 och 1912 utgivit särskilda förteckningar över de försöksytor, som närmare skulle studeras, dels också i Svenska Skogsvårdsföreningens exkursionsprogram för åren 1913—1916, 1919 och 1921—1923 infört kortare eller längre redogörelser för befintliga försöksytor å de skogar, som berörts av exkursionerna ifråga. Men förutom dessa sammanställningar för vissa större exkursioner, har det vidare ansetts lämpligt att successivt publicera preliminära resultat från skogsavdelningens omfattande material av försöksytor. Härvid ha ytor sammanförts från en begränsad trakt eller ett landskap, vilka ytor ha intresse för en viss grupp skogsmän eller kunna komma att göras till föremål för exkursioner, distriktsmöten eller liknande besök. Denna publikationsserie, som bär titeln »Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare», började utgivas 1920, och av densamma föreligga hittills VII nummer.

Vidare har det ansetts vara av stor vikt att Skogsförsöksanstalten vid skogsutställningar framvisar omfattningen av sina undersökningar eller belyser en del redan uppnådda resultat. Därför har försöksanstalten deltagit med mera eller mindre omfattande utställningar i Örebro 1911 (allmänna svenska lantbruksmötet), i Malmö 1914 (Baltiska utställningen), i Östersund 1920 (jubileumsutställningen), i Luleå 1921 (jubileumsutställningen), i Nässjö 1922 (vid lantbruksmötet) samt i Göteborg 1923 (jubileumsutställningen). Vid utställningarna i Örebro, Malmö och Göteborg utgåvos särskilda specialkataloger, i vilka Skogsförsöksanstalten lämnat ganska omfattande redogörelser över sina arbeten. Dessa upptagas därför också i denna bibliografi.

Slutligen ha Skogsförsöksanstaltens tjänstemän i ett 80-tal uppsatser i diverse tidskrifter lämnat en del förhandsuppgifter om pågående undersökningar eller givit resuméer av redan avslutade undersökningar. För fullständighetens skull ha även dessa avhandlingar medtagits i denna

förteckning, ehuru de formellt sett ej kunna direkt hänföras till försöksanstaltens publikationer. De äro därför särskilt betecknade med *. Att i detta sistnämnda fall vara fullt konsekvent har visat sig vara rätt svårt. Några få uppsatser, som kommit att bli författade på grund av vederbörandes tjänsteanställning, ha därför även medtagits bland *-uppsatserna.

Då en uppsats varit införd såväl i Skogsförsöksanstaltens publikationer som i Skogsvårdsföreningens publikationer angivas de skilda sidsiffrorna för de olika publikationsserierna.

Förtecknade publikationer.

Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. Redaktörer: A. Maass [1—5], G. Schotte [6—20]. H. 1—20. Stockholm 1904—1923.

Statens Skogsförsöksanstalt. Flygblad. N:r 1—29. Stockholm 1914—1923.

Skogliga rön. Ur Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt. N:r 1. Dec. 1921. Stockholm 1921.

Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare. I—VII. Stockholm 1920—1923.

Verzeichnis der Versuchflächen, welche 15 Juli in Jönåkers häradsallmänning besichtigt werden sollen. (Kgl. Forstliche Versuchsanstalt, Stockholm). Stockholm 1909.

Förteckning över försöksytor, som komma att besökas av Dansk Skovforening under exkursion i Sverige 1912. (Statens Skogsförsöksanstalt, Stockholm), Stockholm 1912.

Program för Svenska Skogsvårdsföreningens exkursioner 9—13, 15—17. Stockholm 1913—1916, 1919, 1921—1923.

Skogs- och Jaktutställningen vid 21 allm. lantbruksmötet i Örebro 1911. Statens Skogsförsöksanstalts kollektivutställning. 15 sid.

Skogsavdelningen i svenska skogshallen å Baltiska utställningen. Specialkatalog [red. av] G. Schotte. Stockholm 1914, s. 27—48.

Skogsbruk, trävaru- och pappersindustri. Specialkatalog. Jubileumsutställningen i Göteborg 1923 [red. av G. Schotte]. Göteborg 1923. S. 49—105.

I diverse tidskrifter ett 80-tal uppsatser, uti vilka i större eller mindre grad ingå redogörelser från vid Skogsförsöksanstalten utförda undersökningar.

* * *

Efterföljande förteckning är uppställd i följande huvudgrupper:

I. Instruktioner ..... sid. 444
II. Redogörelser, arbetsprogram och årsberättelser, ordnade i kronologisk följd ..... » 445
III. Avhandlingar, ordnade efter författarenamn (i bokstavsordning) och i kronologisk följd ..... » 452
IV. Uppgifter för exkursioner och exkursionsledare (återfinnas även å författarenamn i avd. III) ..... » 469

V. Uppgifter från utställningar [specialkataloger] ..... sid. 470
VI. Förteckning över flygbladen (återfinnas även å författarenamn i avd. III) ..... » 471
VII. Förapporter [skogsträdens frösättning olika år] (återfinnas å författarenamn i avd. III) ..... » 472
VIII. Bibliografi ..... » 473
IX. Biografi — några korta biografiska data rörande de i denna förteckning intagna författarenamnen ..... » 474

Vid citeringar användas här nedan följande förkortningar:

Exkurs.-led. = Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare.
Exkurs.-progr. = Program för Svenska Skogsvårdsföreningens exkursioner.
Flygbl. = Statens Skogsförsöksanstalts flygblad.
Förteckn. över försöksyt. = Förteckningar över Skogsförsöksanstaltens försöksytor, som besökts vid exkursioner 1909 och 1912.
Medd. = Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt.
Sk. = Tidskriften »Skogen».
Skogsv. t. = Skogsvårdsföreningens tidskrift.
Skogl. rön = Skogliga rön ur Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt.
Utst.-kat. = Specialkataloger från utställningarna i Örebro 1911, Malmö 1914 och Göteborg 1923.

Årgångsnummer eller serienummer samt sida, där en avhandling eller annat meddelande finnes att söka, anges genom större fet siffra med decimalsiffror för sidhänvisningarna.

I. Instruktioner.

1904 Kungl. Maj:ts nådiga stadgar för den forstliga försöksanstalten, givna den 9 maj 1902. (Ingår i A. Maass: Skogsförsöksväsendets utveckling i Sverige, nuvarande organisation samt första arbetsprogram.) Medd. **1** 13-14. Skogsv. t. **2** 69-70.

— K. Domänstyrelsens »Föreskrifter vid anläggandet av försöksytor för gallringar och ljushuggningar». Medd. **1** 16-19. Skogsv. t. **2** 72-75.

— K. Domänstyrelsens »Föreskrifter vid anläggandet av försöksytor för undersökningar om tillväxten i rena (normala) bestånd». Medd. **1** 19-21. Skogsv. t. **2** 75-77.

— K. Domänstyrelsens »Föreskrifter vid utförandet av föryngringsåtgärder å timmerblädningsskogar i Norrland och Dalarna. Medd. **1** 21-22. Skogsv. t. **2** 77-78.

1909 Utdrag ur Kungl. Maj:ts nådiga instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt. Medd. **6** 55-56.

Auszug aus der Allerhöchsten Instruktion für die staatliche Forstversuchsanstalt. Meddd. 6 XI-XII.

1913 Kungl. Maj:ts nådiga instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt, given den 25 oktober 1912. Medd. **10** 211-218.

Auszug aus der Allerhöchsten Instruktion für das forstliche Versuchswesen. Medd. 10 XXVII-XXIX.

1915 Kungl. Maj:ts nådiga instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt, given den 5 mars 1915. Medd. **12** 151-161.

Die Allerhöchste Instruktion für das forstliche Versuchswesen.

1918 Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åligganden av GUNNAR SCHOTTE. Flygbl. **11** 1-7. Sk. **5** 230-236.

1922 »Instruktion för Statens Skogsförsöksanstalts å extra stat uppförda avdelning för skogsföryngringsförsök i Norrland» av styrelsen för Skogshögskolan och Statens Skogsförsöksanstalt fastställd den 2 maj 1916. Medd. **19** 105.

Instruktion för anläggande av försöksytor. I. Uppskattnings- och gallringsytor. 19 sid. (i korrektur).

II. Redogörelser, arbetsprogram och årsberättelser.

1904 Skogsförsöksväsendets utveckling i Sverige, nuvarande organisation samt första arbetsprogram av ALEX. MAASS. Medd. **1** 1-22. Skogsv. t. **2** 57-78.

Die Entwickelung des forstlichen Versuchswesen in Schweden, seine jetzige Einrichtung und sein erstes Arbeitsprogramm. Medd. 1 23-24.

1909 Redogörelse över Skogsförsöksanstaltens verksamhet.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt.

— I. Berättelse rörande skogsavdelningens verksamhet åren 1902—1908 av ALEX MAASS. Medd. **6** 1-17. Skogsv. t. **7** 221-237.

Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Abteilung in den Jahren 1902—1908. Medd. 6 I-III.

— II. Förslag till program för undersökningar vid skogsavdelningen av Statens Skogsförsöksanstalt åren 1909—1911 av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **6** 18-26. Skogsv. t. **7** 238-246.

Entwurf eines Programmes für die in den Jahren 1909 bis 1911 zu veranstaltenden Arbeiten der Forstlichen Abteilung. Medd. 6 III-V.

— III. Berättelse över den botaniska avdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program av HENRIK HESSELMAN. Medd. **6** 27-52. Skogsv. t. **7** 247-272.

Die Tätigkeit der Botanischen Abteilung von 1906 bis 1908. Medd. 6 V-VIII.

— IV. Av Kungl. Domänstyrelsen för åren 1909—1911 fastställt arbetsprogram. Medd. **6** 53-54. Skogsv. t. **7** 273-274.

Die von der Kgl. Domänenverwaltung festgestellte Geschäftsordnung für 1909—1911. Medd. 6 IX-X.

— V. Utdrag ur Kungl. Maj:ts nådiga instruktion för Statens Skogsförsöksanstalt. Medd. **6** 55-56.

Auszug aus der Allerhöchsten Instruktion für die staatliche Forstversuchsanstalt. Medd. 6 XI-XII.

1910 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1909.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1909.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **7** 1-3. Skogsv. t. **8** 65-67.

Fortstliche Abteilung.

1910 II. Botaniska avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **7** 3-4. Skogsv. t. **8** 67-68.
Botanische Abteilung.

1911 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1910.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1910.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **8** 1-3. Skogsv. t. **9** 7-9.
Forstliche Abteilung.

— II. Botaniska avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **8** 4-6. Skogsv. t. **9** 10-12.
Botanische Abteilung.

1912 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1911.
Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1911.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **9** 1-5. Skogsv. t. **10** 111-115.
Forstliche Abteilung.

— II. Botaniska avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **9** 6-8. Skogsv. t. **10** 116-118.
Botanische Abteilung.

— Redogörelse över Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1909—1911.
Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1909—1911.

— I. Gemensamma angelägenheter under treårsperioden 1909—1911 av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **9** 9-15. Skogsv. t. **10** *73-*79.
Gemeinsame Angelegenheiten während der Dreijahrsperiode 1909—1911. Medd. 9 I.

— II. Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1909—1911 jämte förslag till program för treårsperioden 1912—1914 av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **9** 15-33. Skogsv. t. **10** *79-*97.
Die Tätigkeit der Forstlichen Abteilung in den Jahren 1909—1911. Medd. 9 II-IV.

— III. Berättelse över den botaniska avdelningens verksamhet under treårsperioden 1909—1911 jämte förslag till program av HENRIK HESSELMAN. Medd. **9** 33-44. Skogsv. t. **10** *97-*108.
Der Tätigkeit der Botanischen Abteilung in den Jahren 1909—1911. Medd. 9 V-VII.

— IV. Av Kungl. Domänstyrelsen för treårsperioden 1912—1914 fastställt arbetsprogram. Medd. **9** 45-46. Skogsv. t. **10** *109-*110.
Von der Kgl. Domänenverwaltung für die Dreijahrsperiode 1912—1914 festgestelltes Arbeitsprogramm. Medd. 9 VII-IX.

1913 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1912.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1912.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **10** 1-5. Skogsv. t. **11** 25-29.
Forstliche Abteilung

1913 II. Botaniska avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **10** 6-8. Skogsv. t. **11** 30-32.
Botanische Abteilung.

1914 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1913.
Bericht über die Tätigkeits der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1913.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **11** 1-5. Skogsv. t. **12** 31-35.
Forstliche Abteilung.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **11** 6-8. Skogsv. t. **12** 36-38.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

1915 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1914.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1914.

— I. Skogsavdelningen. Medd. **12** 1-5. Skogsv. t. **13** 157-161.
Forstliche Abteilung.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. **12** 5-8. Skogsv. t. **13** 161-164.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1912—1914.
Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1912—1914.

— I. Gemensamma angelägenheter av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **12** 9-15. Skogsv. t. **13** 751-757.
Gemeinsame Angelegenheiten. Medd. 12 I—II.

— II. Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1912—1914 jämte förslag till program för treårsperioden 1915—1917 av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **12** 15-37. Skogsv. t. **13** 757-779.
Die Tätigkeit der Forstlichen Abteilung in den Jahren 1912—1914 nebst Vorschlag eines Programms für die Dreijahrsperiode 1915—1917. Medd 12 II-VI.

— III. Berättelse över verksamheten vid den naturvetenskapliga avdelningen under treårsperioden 1912—1914 jämte förslag till program av HENRIK HESSELMAN. Medd. **12** 37-53. Skogsv. t. **13** 779-795.
Die Tätigkeit der Naturwissenschaftlichen Abteilung in den Jahren 1912—1914 und Vorschlag eines Programms für die Dreijahrsperiode 1915—1917. Medd. 12 VI-XI.

— IV. Förslag till program för entomologiska undersökningar under treårsperioden 1915—1917 av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **12** 53-57. Skogsv. t. **13** 795-799.
Vorschlag eines Programms für entomologischen Untersuchungen während der Dreijahrsperiode 1915—1917. Medd. 12 XI-XII.

— V. Av styrelsen för Statens Skogsförsöksanstalt för treårsperioden 1915—1917 fastställt arbetsprogram. Medd. **12** 58-60. Skogsv. t. **13** 800-802.
Von der Direktion der Forstlichen Versuchsanstalt für die Dreijahrsperiode 1915—1917 festgestelltes Arbeitsprogramm. Medd. 12 XII-XIV.
Program for the triennial period 1915—17 arranged by the State Institute of Experimental Forestry. Medd. 12 XV-XVII.

1915 VI. Förslag till specialprogram för vissa frågor rörande de norrländska skogarnas föryngring av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **12** 61-70. Skogsv. t. **13** 803-812.
Vorschlag eines Spezial-programmes für die Verjüngung der nordschwedischen Wälder. Medd. 12 XVIII-XX.

1916 Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift av GUNNAR SCHOTTE. Medd.
—17 **13-14** XI-XIV.
Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. Forstliche Versuchsanstalt Schwedens.

— Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader.
Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.

— Försökträdgården av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **13-14** XV-XVII.
Der Versuchsgarten.

— Nybyggnaden av C. LINDHOLM. Medd. **13-14** XVIII-XXXIV.
Der Neubau.

— Skogsförsöksanstaltens avdelningar.
Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.

— Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **13-14** XXXV-XL.
Forstliche Abteilung.

— Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **13-14** XLI-XLVIII.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

— Entomologiska laboratoriet av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **13-14** XLIX-LIII.
Forstentomologische Abteilung.

— Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **13-14** LIV-LVIII.
Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland.

— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1915.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1915.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **13-14** 1-6. Skogsv. t. **14** 163-168.
Forstliche Abteilung.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **13-14** 6-8. Skogsv. t. **14** 168-170.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

— III. Skogsentomologiska laboratoriet av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **13-14** 8. Skogsv. t. **14** 170.
Forstentomologische Abteilung.

— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1916.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Swedens im Jahre 1916.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **13-14** 189-193. Skogsv. t. **15** 129-133.
Forstliche Abteilung.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **13-14** 193-195. Skogsv. t. **15** 133-135.
Naturvissenschaftliche Abteilung.

1916—17 III. Skogsentomlogiska laboratoriet av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **13-14** 196-197. Skogsv. t. **15** 136-137.
Forstentomologische Abteilung.

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **13-14** 197-200. Skogsv. t. **15** 137-140.
Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland.

1918 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1917.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1917.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **15** 1-7.
Forstliche Abteilung.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **15** 7-9.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

— III. Entomologiska laboratoriet av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **15** 9-12.
Forstentomologische Abteilung

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **15** 12-16.
Abteilung für Verjünggungsversuche in Norrland.

— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram.
Bericht über die Tätigkeit der Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1915—1917 nebst Vorschlag eines Programms.

— I. Gemensamma angelägenheter av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **15** 117-124.
Gemeinsame Angelegenheiten.

— II. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **15** 125-142.
Forstliche Abteilung.

— III. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **15** 143-153.
Naturwissenschaftliche Abteilung.

— IV. Entomologiska laboratoriet av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **15** 154-174.
Forstentomologische Abteilung.

— V. Avdelningens för föryngringsförsök i Norrland verksamhet under åren 1916 och 1917 jämte arbetsförslag för treårsperioden 1918—1920. Medd. **15** 175-188.
Die Tätigkeit der Abteilung für die Verjungungsversuche in Norrland in den Jahren 1916—1917 nebst Vorschlag eines Programms während der Dreijahrsperiode 1918—1920.

— VI. Sammanfattning. Medd. **15** 188-191. Skogsv. t. **16** *162-*166.
Zusammenfassung des Arbeitsprogramms der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens für die Jahre 1918—1920. Medd. 15 XI-XIV.
Summary of the programme for the triennial period 1918—20 arranged by the Swedish State Institute of Experimental Forestry. Medd. 15 XV—XVIII.

1919 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1918.
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1918.
Report about the work of the Swedishe Institute of Experimental Forestry.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **16** 189-194.
Forstliche Abteilung.
Forestry division.

1919 II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **16** 194-196.

Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **16** 196-198.

Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **16** 198-206.

Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

1920 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1919.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1919.
Report about the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **17** 349-353.

Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **17** 354-355.

Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRD. Medd. **17** 356.

Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **17** 357-363.

Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

1921 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1920.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1920.
Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **18** 329-334.

Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **18** 335-336.

Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **18** 337-338.

Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **18** 339-340.

Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1921.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1921.
Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.

1921 I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **18** 341-346.
Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **18** 347.
Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **18** 348-349.
Forstentomologische Abteilung.
Entomological division

— IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **18** 350-352.
Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

1922 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram.
Bericht uber die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921.
Account of the work of the institute in the period 1918—1921.

— I. Gemensamma angelägenheter av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **19** 1-7.
Gemeinsame Angelegenheiten.
Common Topics.

— II. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **19** 8-26.
Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— III. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **19** 27-32.
Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— IV. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **19** 33-37.
Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— V. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK Medd. **19** 38-59.
Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

— VI. Skogsteknologiska undersökningar av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **19** 60-65.
Forsttechnologische Untersuchungen.
Researches in forest technology.

— VII. Sammanfattning av arbetsprogrammet för åren 1922—1926. Medd. **19** 66-70.
Zusammenfassung des Arbeitsprogrammes für die Jahre 1922—1926. Medd. 19 71-74.
Summary of the programme of the Swedish State Institute of Experimental Forestry for the period 1922—26. Medd. 19 75-78.

— Framställningar rörande avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland.
Unterbreitungen die Abteilung für Verjungungsversuche in Norrland betreffend.
Proposals regarding the Division for afforestation problems in Norrland.

— I. Underdånigt förslag från vissa skogsbolag. Medd. **19** 79-80.

— II. Underdånig framställning från vissa skogsmän m. fl. Medd. **19** 81-84.

— III. Utlåtande av chefen för Statens Skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921. Medd. **19** 85-106.

1922 IV. Yttrande av försöksledaren. Medd. **19** 107-115.

— V. Förnyat yttrande av chefen för Skogsförsöksanstalten. Medd. **19** 116-123.

— Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1922.

Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1922.
Report about the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **19** 529-537.

Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **19** 538-539.

Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **19** 540-541.

Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— IV. Avdelning för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **19** 542-544.

Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

1923 Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1923.

Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1923.
Report about the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.

— I. Skogsavdelningen av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **20** 425-434.

Forstliche Abteilung.
Forestry division.

— II. Naturvetenskapliga avdelningen av HENRIK HESSELMAN. Medd. **20** 435-436.

Naturwissenschaftliche Abteilung.
Botanical-geological division.

— III. Skogsentomologiska avdelningen av IVAR TRÄGÅRDH. Medd. **20** 436-438.

Forstentomologische Abteilung.
Entomological division.

— IV. Avdelning för föryngringsförsök i Norrland av EDVARD WIBECK. Medd. **20** 438-440.

Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland.
Division for afforestation problems in Norrland.

III. Avhandlingar.[1]

ANDERSSON, GUNNAR:

1904 *Om skydd för intressantare skogstyper, skogsväxter och skogsdjur. Skogsv. t. **2** 293-304.

[1] I denna avdelning medtages allt, som resp. författare utgivit rörande Skogsförsöksanstaltens undersökningar, utom årsberättelserna, vilka endast upptagits i avd. II.

ANDERSSON, GUNNAR:

1905 Om björkens tjocklekstillväxt i Jämtlands fjälltrakter. Medd. **2** 41-46. Skogsv. t. **3** 417-422.

Über den Dickenzuwachs der Birke im alpinen Gebiet von Jämtland. Medd. 2 47-48.

— Om talltorkan i övra Sverige våren 1903. Medd. **2** 49-77. Skogsv. t. **3** 449-477.

Verdorrungserschenungen bei der Kiefer in Nordschweden 1903. Medd. 2 78-80.

— *Förslaget till skyddsskogar i Jämtlands län. Skogsv. t. **3** 57-84.

1906 *Om barrträdsraser och deras renodling. Skogsv. t. **4** 319-331.

1907 Vegetation och flora i Hamra kronopark (se även HESSELMAN, H.). Medd. **4** 35-102. Skogsv. t. **5** 41-110.

Vegetation und Flora im Staatsforst »Hamra kronopark». Medd. 4 VII-XII.

HESSELMAN, HENRIK:

1904 Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903. Medd. **1** 25-41. Skogsv. t. **2** 79-95.

Über den Höhenzuwachs und die Sprossbildung der Kiefer in den Sommern 1900—1903. Medd. 1 42-43.

— Om tallens diametertillväxt under de sista 10 åren. Medd. **1** 45-52. Skogsv. t. **2** 489-496.

Über den Durchmesserzuwachs der Kiefer in den letzten zehn Jahren. Medd. 1 53.

— *Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Beih. Bot. Centralbl. **XVII** 311-460.

1905 *Svenska lövängar. Skogsv. t. **3** 1-23.

— *K. O. E. Stenströms studier över vegetationens inflytande på vegetationen. Arkiv f. botanik **4** 1-54.

1906 Granen vid sin sydvästgräns i Sverige (se även SCHOTTE, G.). Medd. **3** 1-48. Skogsv. t. **4** 455-502.

Die Fichte an ihrer Südwestgrenze in Schweden. Medd. 3 49-52.

— *Om svenska skogar och skogssamhällen. Skogsv. folkskr. 5. 32 sid.

— Material för studiet av skogsträdens raser 1—3. Medd. **3** 65-82. Skogsv. t. **5** 1-5.

Material zur Erforschung der Rassen der Schwedischen Waldbäume. Medd. 3 83-84.

1. Gran med försenad klorofyllbildning. Medd. **3** 68-77. Skogsv. t. **5** 4-13.
2. Fjällgran av ovanlig typ. Medd. **3** 77. Skogsv. t. **5** 13.
3. Tallar med rik fröproduktion. Medd. **3** 77-82. Skogsv. t. **5** 13-18.

— *Om allmänna betingelser för skogsväxten i landet. Skogsv. t. **4** 207-215.

— Studier över skogsväxt å mossar I. Medd. **3** 85-107. Skogsv. t. **5** 25-47.

Studien über die Bewaldung von Mooren. Medd. 3 108-110

1907 Vegetation och Flora i Hamra kronopark (se även ANDERSSON, G.). Medd. **4** 35-102. Skogsv. t. **5** 41-110.

Vegetation und Flora im Staatsforst »Hamra kronopark. Medd. 4 VII-XII.

— *Om tvenne nybildade tjärnar i Älvdalens kronopark. Geol. fören. förhandl. **29** 23—87.

HESSELMAN, HENRIK:

1908 Om flygsandsfälten på Fårön och skyddsskogslagen av den 24 juli 1903. Medd. **5** 1-45. Skogsv. t. **6** 1-45.

Über die Flugsandfelder auf Fårö und das Schutzwaldgesetz vom 24. Juli 1903. Medd. 5 I-IV.

1909 Vegetationen och skogsväxten på Gotlands hällmarker. Medd. **5** 61-167. Skogsv. t. **6** 93-199.

Über die Vegetation und den Wald der Kalkfelsen Gotlands. Medd. 5 VII-XIII.

— Material för studiet av skogsträdens raser. 9 Beståndsbildande ormgran. Medd. **5** 195-226. Skogsv. t. **6** 585-616.

Material zur Erforschung der Rassen schwedischer Waldbäume. 9 Über horst- und bestandbildende Schlangenfichte. Medd. 5 XIX-XXII.

— Berättelse över den botaniska avdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. Medd. **6** 27-52. Skogsv. t. **7** 247-272.

Die Tätigkeit der Botanische Abteilung von 1906 bis 1908. Medd. 6 V-VIII.

1910 Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor I. Medd. **7** 25-68. Skogsv. t. **8** 249-292.

Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden. Medd. 7 III-VII.

— Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. Medd. **7** 91-125. Skogsv. t. **8** *177-*211.

Über den Sauerstoffgehalt des Bodenswasser und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Medd. 7 XIII-XVI.

— *Svenska skogsträd. 2. Aspen. Skogsv. folkskr. 21. 32 sid.

1911 *Jordmånen i Sverige. Skogsv. folkskr. 27—28. 64 sid.

1912 Berättelse över den botaniska avdelningens verksamhet under treårsperioden 1909—1911 jämte förslag till program. Medd. **9** 33-44.

Die Tätigkeit der Botanischen Abteilung in den Jahren 1909—1911. Medd. 9 V-VII.

— Om snöbrotten i norra Sverige vintern 1910—1911. Medd. **9** 47-74. Skogsv. t. **10** 145-172.

Schneebruchschäden in Nordschweden im Winter 1910—1911. Medd. 9 X-XII.

1913 *Norrländska lövträdsrelikter. Sveriges natur **4** 92-98.

1914 Skogshushållningens nuvarande ställning i Sverige. Utst. kat. 3-6.

— Skogarnas försumpning och skogsjordar. Utst. kat. 31-32, 41-42.

*Värmlands läns skogar enl. den år 1911 utförda försökstaxeringen. Sk. **1** 255-266.

— *Om trädens skiktnings- eller skiktförmåga. Skogsv. t. **12** 696-697.

1915 Berättelse över verksamheten vid den naturvetenskapliga avdelningen under treårsperioden 1912—1914 jämte förslag till program. Medd. **12** 37-53. Skogsv. t. **13** 779-795.

Die Tätigkeit der Naturwissenschaftlichen Abteilung in den Jahren 1912—1914 und Vorschlag eines Programms für die Dreijahrsperiode 1915—1917. Medd. 12 VI-XI

— *Om förekomsten av rutmark på Gotland. Geol. Fören. förhandl. **37** 481-492.

— *Taxeringen av Värmlands läns skogar och förslaget till en taxering av landets samtliga skogar. Skogsv. t. **13** 193-223.

HESSELMAN, HENRIK:

1915 *L'evoluation des réserves forestières de la province du Värmland. Instit. intern. d'agriculture. Bull. mansuel de Inst. economique. vol. **LXVIII**.

— *Die Schätzung des Holzvorrates in den Wäldern des Läns Värmland. Intern. agrarökon. Rundschau **VI** 119-123.

— *Blixtens förhållande till olika trädslag. Sk. **2** 127-135.

1916—17 Skogsförsöksanstaltens avdelningar. — Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. 13-14 XLI-XLVIII.

Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Naturwissenschaftliche Abteilung.

— Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Medd. **13-14** 297-528. Skogsv. t. **15** 321-446.

Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenekologischer Hinsicht. Medd. 13—14 XXXIII-LVIII.

— Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Medd. **13-14** 923-1076. Skogsv. t. **16** 1-104.

On the Effect of our Regeneration Measures on the formation of Salpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests. Medd. 13-14 XCI-CXXVI.

— Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor II. Medd. **13-14** 1221-1286. Skogsv. t. **17** 29-76.

Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II. Medd. 13-14 CIL-CLXVII.

1917 *Om det inflytande, som våra skogsvårdsåtgärder kunna utöva på skogsmarkens alstringsförmåga. Sk. **4** 1-12, 73-82, 165-185.

— *Om skogsbeståndens roll vid moränlidernas försumpning. Skogar och skogsbruk. Studier tillägnade Frans Kempe på hans sjuttioårsdag. Stockholm 1917. Skogsv. t. **15**. Bil. I 29-50.

1918 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. III. Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. **15** 143-153.

Bericht über die Tätigkeit der Versuchsanstalt während der Dreijahrs periode 1915—1917 nebst Vorschlag eines Programms. III. Naturwissenschaftliche Abteilung.

— *Ljunghedslandskapet, ett försvinnande drag i svensk natur. Sveriges natur **9** 77-84.

1919 Iakttagelser över skogsträdspollens spridningsförmåga. Medd. **16** 27-53.

Beobachtungen über die Verbreitungsfähigkeit des Waldbaumspollens. Medd. 16 54-60.

— Om törskatesvampens spridning. Flygbl. **15** 1-8. Sk. **6** 9-16.

— *Naturforskningen och de skogsbiologiska problemen. Skogsv. t. **17** 3-11.

— *Om pollenregn på havet och fjärrtransport av barrträdspollen. Geol. För. Förh. 1919, **41** 89-99.

1920 *Skogsbruk och trävaruindustri i Ångermanland. Sv. Turistf. årsskr. 3-27.

HESSELMAN, HENRIK:

1922 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. III. Naturvetenskapliga avdelningen. Medd. **19** 27-32.

Bericht über die Tätigkeit der Versuchsanstalt während der Vierjahrsperiode 1918—1921 nebst Vorschlag eines Programms. III. Naturwissenschaftliche Abteilung.

— *Moderna strömningar i Mellaneuropas skogsvård och deras betydelse för Sverige. Sk. **9** 137-146.

— *Om sjöregleringars inverkan på omgivande skogsmarker. Sv. Vattenkraftför. publ. 140. 37 sid.

1923 *Förbrukningen av virke till husbehov på Värmlands läns landsbygd. Sk. **10** 133-151.

— Humusstudier: De norrländska skogarnas föryngringsproblem. Utst.-kat. 63-67.

LAGERBERG, TORSTEN:

1910 Om gråbarrsjukan hos tallen, dess orsak och verkningar I, II. Medd. **7** 127-174. Skogsv. t. **8** *221-*242, *357-*382.

Die Hypodermella-Krankheit der Kiefer und ihre Bedeutung. Medd, 7 XVII-XXII.

— *Några anteckningar om skogbildande träd vid Torneträsk. Skogsv. t. **8** *113-*138.

1911 Pestalozzia hartigi TUBEUF. En ny fiende i våra plantskolor. Medd. **8** 95-107. Skogsv. t. **9** *183-*195.

Pestalozzia hartigi TUBEUF, ein neuer Parasit in schwedischen Saat- und Pflanzkämpen. Medd. 8 V-VI.

— En märgborrshärjning i övre Dalarna. Medd. **8** 159-173. Skogsv. t. **9** 381-395.

Eine Verheerung durch Markkäfer in Dalarna. Medd. 8 XI-XII.

1912 Studier över den norrländska tallens sjukdomar, särskilt med hänsyn till dess föryngring. Medd. **9** 135-170. Skogsv. t. **10** *291-*326.

Studien über die Krankheiten der norrländischen Kiefer mit besonderen Rücksicht auf ihre Verjüngung. Medd. 9 XXI-XXIV.

1913 Granens topptorka. Medd. **10** 9-44. Skogsv. t. **11** *173-*208.

Eine Gipfeldürre der Fichte in Schweden. Medd. 10 I-IV.

— En abnorm barrfällning hos tallen. Medd. **10** 139-180. Skogsv. t. **11** *435-*470.

Eine Schütteepidemi der schwedischen Kiefer. Medd. 10 XVII-XXII.

— Förteckning över periodisk litteratur, som genom byte mot Skogsförsöksanstaltens »Meddelanden» förvärvats åt dess bibliotek intill den 1 jan. 1914. Medd. **10** 219-227.

1914 Markflorans analys på objektiv grund. Medd. **11** 129-200. Skogsv. t. **13** 1-72.

Die Analyse der Bodenvegetation auf objektiver Grundlage. Medd. 11 XV-XXIV.

— Grankottens svampsjukdomar. Febr. Flygbl. **2** 1-5. Sk. **1** 37-41.

— Svampsjukdomar. Utst.-kat. 46-48.

LAGERBERG, TORSTEN:

1915 Tallskytte och snöskytte. Maj. Flygbl. **5** 1-10. Sk. **2** 117-126.

1916 *Några kritiska synpunkter vid beståndsanalyser. Genmäle. Skogsv. t. **14** 401-422. (Kritik och svar se Kylin, H., och Samuelsson, G. Skogsv. t. **14** 269-292, **16** 399-410.)

1919 Snöbrott och toppröta hos granen. Medd. **16** 115-157.
Schneebrüche und Gipfelfäule bei der Fichte. Medd. 16 158-162.

LINDHOLM, C.:

1916—17 Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader. Nybyggnaden. Medd. **13-14** XVIII-XXXIV.
Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Der Neubau.

MAASS, ALEX.:

1904 Skogsförsöksväsendets utveckling i Sverige, nuvarande organisation samt första arbetsprogram. Medd. **1** 1-22. Skogsv. t. **2** 57-78.
Die Entwickelung des forstlichen Versuchswesens in Schweden, seine jetzige Einrichtung sein erstes Arbeitsprogramm. Medd. 1 23-24.

1906 Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1905. Medd. **3** 53-38. Skogsv. t. **4** 87-92.
Ertrag an Kiefern- und Fichtenzapfen in Schweden im Herbst 1905. Medd. 3 59.

— Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1906. Medd. **3** 59-63. Skogsv. t. **4** 575-579.
Ertrag an Kiefern- und Fichtenzapfen in Schweden im Herbst 1906.

1907 Frömängden vid rutsådd av tall- och granfrö. Medd. **4** 1-32. Skogsv. t. **5** 65-96. **5** 399-401.
Die zu Kiefern- und Fichtenplattensaaten erforderliche Samenmenge. Medd. 4 I-VI.

— Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1907. Medd. **4** 103-107. Skogsv. t. **5** 465-469.
Ertrag an Kiefern- und Fichtenzapfen in Schweden im Herbst 1907. Medd. 4 108.

1908 Kubikinnehållet och formen hos tallen och granen inom Särna socken i Dalarna. Medd. **5** 227-286. Skogsv. t. **6** 401-460.
Schaftinhalt und Schaftform der Kiefer und Fichte im Kirchspiel Särna in Dalekarlien. Medd. 5 XXIII-XXIX.

1909 Redogörelse över Skogsförsöksanstaltens verksamhet I. Berättelse rörande skogsavdelningens verksamhet åren 1902—1908. Medd. **6** 1-17. Skogsv. t. **7** 221-237.
Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Abteilung in den Jahren 1902—1908. Medd. 6 I-III

— Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1908. Medd. **6** 119-123. Skogsv. t. **7** 39-43.
Ertrag an Kiefern- und Fichtenzapfen in Schweden im Herbst 1908. Medd. 6 124.

1911 Kubikinnehållet och formen hos tallen i Sverige. Medd. **8** 109-157. Skogsv. t. **9** *209-*257.
Schaftinhalt und Schaftform der Kiefer in Schweden. Medd. 8 VII-X.

MAASS, ALEX.:

1911 Erfarenhetstabeller för tallen. Ett bidrag till kännedomen om normala tallbestånd. Medd. **8** 197-244. Skogsv. t. **9** *375-*422.

Ertragstafeln für die Kiefer. Ein Beitrag zur Kenntnis normaler Kiefernbestände. Medd. 8 XV-XX.

1913 Avsmalningen i stammens nedersta delar hos tallen och granen. Medd. **10** 45-58. Skogsv. t. **11** *269-*282.

Die Ausbauchung in den untersten Teilen des Stammes bei der Kiefer und Fichte. Medd. 10 V-VI.

— Trädhöjderna i normala bestånd. Medd. **10** 59-66. Skogsv. t. **11** *283-*290.

Die Stammhöhen in normalen Kiefernbeständen. Medd. 10 VII-VIII.

MALMSTRÖM, CARL:

1923 Degerö stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. Medd. **20** 1-176.

Degerö stormyr. Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomlexes. Medd. 20 177—206.

MATTSSON MÅRN, L.:

1916—17 Formstudier i fullslutna tallbestånd. Medd. **13-14** 261-296. Skogsv. t. **15** 201-236.

Eine Studie über die Formklassen der dichtgeschlossenen Kiefernbestände. Medd. 13-14 XXIX-XXXII.

— Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad. Medd. **13-14** 841-922. Skogsv. t. **15** 923-1004.

The Form and Form-Variations of the Larch. Medd. 13-14 LXXXV-XC.

1918 Stormhärjningen i norra Dalarna hösten 1917. Medd. **15** 205-220. Skogsv. t. **16** 333-348.

Die Sturmverheerung im nördlichen Dalekarlien im Herbste des Jahres 1917. Medd. 15 XXIII-XXV.

1919 *Några synpunkter på variations- och korrelationsberäkningar. Med anledn. av Sv. Petrinis undersökning: Formpunktsmetoden. Skogsv. t. **17** 109-122.

1920 *Några synpunkter på variations- och korrelationsräkningar. Genmäle till jägmästare S. Petrini. Skogsv. t. **18** ×233-×234.

— *Slutenhet och slutenhetsfaktorer. Skogsv. t. **18** 168-194.

1921 Märgborrens kronskadegörelse och dess inverkan på tallens tillväxt. Medd. **18** 81-98.

Die Kronenbeschädigung des grossen Waldgärtners und deren Einfluss auf den Zuwachs der Kiefer. Medd. 18 99-101.

1922 Snötryckskador å ungtall. Medd. **19** 517-526.

Dégâts de neige chez des jeunes pins sylvestres. Medd. 19 527-528.

MELLSTRÖM, GÖSTA:

1916 Trädens fruktsättning år 1916. Nov. 1916. Flygbl. **7** 1-4. Sk. **3** 315-318.

— Skogsträdens frösättning år 1916. Medd. **13-14** 167-188. Skogsv. t. **14** 941-962.

Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1916. Medd. 13-14 XXI-XXII.

1917 Trädens fruktsättning år 1917. Dec. 1917. Flygbl. **9** 1-6. Sk. **4** 335-340.

MELLSTRÖM, GÖSTA:

1918 Skogsträdens frösättning år 1917. Medd. **15** 43-68. Skogsv. t. **16** 131-156.
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1917. Medd. 15 IV-VI.

— Trädens fruktsättning år 1918. Flygbl. **13** 1-6. Sk. **5** 329-334.

1919 Skogsträdens frösättning år 1918. Medd. **16** 1-24.
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1918. Medd. 16 24-26.

— Trädens fruktsättning år 1919. Flygbl. **18** 1-8. Sk. **6** 285-292.

1920 Skogsträdens frösättning år 1919. Medd. **17** 21-45.
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1919. Medd. 17 46-48.

1921 Skogsträdens fruktsättning år 1920. Flygbl. **20** 1-16. Sk. **8** 21-36.

1922 Skogsträdens fruktsättning år 1921. Flygbl. **25** 1-18. Sk. **9** 53-70.

1923 Skogsträdens fruktsättning år 1922. Flygbl. **28** 1-16. Sk. **10** 39-54.

ODÉN, SVEN:

1916—17 Om kalkningens inverkan på sur humusjord. Medd. **13—14** 1287-1301.
Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden. Medd. 13-14 CLXIX-CLXXII.

PETRINI, SVEN:

1918 Formpunktsmetoden och dess användning för formklassbestämning och kubering. En prövning på granmaterial från Norrbotten. Medd. **15** 233-273. Skogsv. t. **16** 597-635.
The method of obtaining form-class and volume of single trees by the use of formpoint. An investigation based on a spruce material from Norrbotten, Sweden. Medd. 15 XXIX-XXXII.

— *Om trädens fördelning i mogenhetsklasser. Skogsv. t. **16** 316-330.

1919 Om formpunktsbedömning. Medd. **16** 163-180.
The Form-point as an expression of the Trunk Form. Medd. 16 180-183.

— *Några synpunkter på variations- och korrelationsräkningar. Genmäle Skogsv. t. **17** ×237-×243.

— Formhöjdstillväxten i tallbestånd inom Västerbottens län. Medd. **16** 184-187.
The Percent Increment of the Form-Height. Medd. 16 187-188.

— *Om uppskattning av höjdtillväxten å stående träd. Skogsv. t. **17** 19-24.

— *Något om åldersbestämning i skogsbestånd. Sk. **6** 301-303.

1920 *Några synpunkter på variations- och korrelationsräkningar. Genmäle Skogsv. t. **18** ×281.

1921 Stamformsundersökningar. En sammanfattande analys å norrländskt tallmaterial av de faktorer, som inverka på noggrannheten vid utbytestaxering. Medd. **18** 165-213.
Stem form investigations. Medd. 18 214-220.

— *Ett modärnt avverkningssystem. Schirmkeilschlag contra Wagnerbländning. Skogsv. t. **19** 115-128.

— *Méthode du contrôle. Skogsv. t. **19** 249-264.

PETRINI, SVEN:

1923 En numerisk metod för inmätning av rågångar och linjenät vid upprättande av skogskartor. Flygbl. **29** 1-16, Sk **10** 65-80.

— *Les Forêts de la Suède et leur exploitation.
Institut International d'Agriculture, Rome 1922, 16 sid.

— *Huru noggrann är Christens höjdmätare. Sk **9** 14-16.

ROMELL, LARS-GUNNAR:

1919 Anatomiska egendomligheter vid en naturympning av gran på tall. Medd. **16** 61-65.
Anatomy of a grafting of spruce on pine. Medd. 16 65-66.

— *Sammanväxningar och naturympning. Sk **6** 133-141.

— *Nya fyndställen för id. Skogsv. t. **17** 277-280.

1920 *Sur la règle de distribution des fréquences. Sv. bot. tidskr. **14** 1-20.

— Physionomistique et ecologie raisonnée. Sv. bot. tidskr. **14** 136-146.

1921 Voles as a factor of plant ecology. Sv. bot. tidskr. **15** 43-45.

— *Parallelvorkommen gewisser Boleten und Nadelbäume. Sv. Bot. t. 204-213.

1922 Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. Medd. **19** 125-280.
Die Bodenventilation als ökologischer Faktor. Medd. 19 281-359.

— Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran. Medd. **19** 405-438. Rättelse. Medd. **20** 207 [1].
Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte. Medd. 19 439-451. Berichtigung. Medd. 20 207 [1].

1923 Försumpningsstudier och Svenska skogsjordmåner i specialkatalog för skogsutställningen å Jubil.-utställn. i Gtbg. 58-63.

— *Till frågan om frekvensfördelningsregelns tolkning. Sv. bot. t. **17** 231-240.

— *L'Aération du sol. Revue Internationale de Renseignements Agricoles. Vol. **1**. 299-315.

SCHOTTE, GUNNAR:

1905 Tallkottens och tallfröets beskaffenhet skördeåret 1903—1904. Medd. **2** 1-34. Skogsv. t. **3** 165-198.
Die Beschaffenheit der Kiefernzapfen und des Kiefernsamens im Erntejahre 1903-1904. Medd 2 35-40.

— *Syenska skogarnas ekonomiska historia. Skogsv. folskr. n:o **1**, 32 sid.

1906 *Über die Variation des schwedischen Kiefernzapfen und Kiefernsamens. Nat. Zeitschr. f. Land-u. Forstw. 22-36.

— Granen vid sin sydvästgräns i Sverige (Se även HESSELMAN, H.). Medd. **3** 1-48. Skogsv. t. **4** 455-502.
Die Fichte an ihrer Südwestgrenze in Schweden. Medd. 3 49-52.

SCHOTTE, GUNNAR:

1909 Förslag till program för undersökningar vid skogsavdelningen av Statens Skogsförsöksanstalt åren 1909—1911. Medd. **6** 18-26. Skogsv. t. **7** 238-246.

Entwurf eines Programmes für die in den Jahren 1909 bis 1911 zu veranstaltenden Arbeiten der Forstlichen Abteilung. Medd. 6 III-V.

— Verzeichnis der Versuchsflächen, welche 15 Juli in Jönåkers häradsallmänning besichtigt werden sollen. Förteckn. över försöksyt. **1** 1-4.

1910 Skogsträdens frösättning hösten 1909. Medd. **7** 5-24. Skogsv. t. **8** 69-88.

Die Samenernte der Waldbäume von Schweden im Herbst 1909. Medd. 7 I-II.

— Om färgning av skogsfrö i syfte att utmärka utländsk vara. Medd. **7** 69-90. Skogsv. t. **8** 293-314.

Über die Färbung des Forstsamens zur Unterscheidung ausländischer Ware. Medd. 7 IX-XII. *Även i naturw. Zeitschr. f. Forst-u Landw. 362-364.

— Skogsträdens frösättning hösten 1910. Medd. **7** 195-218. Skogsv. t. 8497-520.

Die Sammenernte der Waldbäume von Schweden im Herbst 1910. Medd. 7 XXVII-XXVIII.

— Om betydelsen av fröets hemort och moderträdets ålder vid tallkultur. Medd. **7** 229-238. Skogsv. t. **8** *413-*422.

Über die Bedeutung der Samenprovenienz und des Alters des Mutterbaumes bei Kiefernkultur. Medd. 7 XXXI-XXXII.

— *En vällyckad tallsådd i Norrbotten. Skogsv. t. **8** 89-90.

1911 Statens skogsförsöksanstalts kollektivutställning [I specialkatalogen för skogsutställningen i Örebro 1911]. — Utst. kat. 1—15.

— Skogsträdens frösättning hösten 1911. Medd. **8** 174-196. Skogsv. t. **9** 396-418.

Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Herbst 1911. Medd. 8 XIII-XIV.

— *Hünis höjdmätare. Skogsv. t. **9** *144-*147.

— Om olika metoders betydelse vid undersökning av barrträdsfrös grobarhet. Medd. **8** 245-279. Skogsv. t. **9** *423-*457.

Über die Bedeutung verschiedener Methoden bei der Untersuchung der Keimfähigkeit der Nadelholzsamen. Medd. 8 XXI-XXIII.

1912 Redogörelser över Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1909—1911. I. Gemensamma angelägenheter. Medd. **9** 9-15. II. Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1909—1911 jämte förslag till program för treårsperioden 1912—1914. Medd. **9** 15-33. Skogsv. t. **10** *79-*97.

Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1909—1911. I. Gemeinsame Angelegenheiten. 9 I. Die Tätigkeit der forstlichen Abteilung in den Jahren 1909—1911 Medd. 9 II-IV.

— Förteckning över försöksytor, som komma att besökas av Dansk Skovforening under exkursionen i Sverige 1912. Sid. 2-11.

— *Främmande länders utgifter till den högre skogsundervisningen och skogsförsöksväsendet. Skogsv. t. **10** 124134.

— Skogsträdens frösättning hösten 1912. Medd. **9** 171-194. Skogsv. t. **10** 461-484.

Der Samenertrag der Wäldbäume in Schweden im Herbst 1912. Medd. 9 XXV-XXVI.

SCHOTTE, GUNNAR:

1912 Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. Medd. **9** 195-210. Skogsv. t. **10** *371-*386.
Schwedens nutzholzreichster Waldbestand. Medd. 9 XXVII-XXX.

— Om gallringsförsök. Medd. **9** 211-269. Skogsv. t. **10** *387-*445.
Über Durchforstungsversuche. Medd. 9 XXXI-XXXVIII.

1913 Statens Skogsförsöksanstalts gallringsserie (n:o 5) å Isön af krpk. Andersön. — Exkurs-progr. **9** 14.

— Skogsträdens frösättning hösten 1913. Medd. **10** 67-90. Skogsv. t. **11** 449-472.
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Herbst 1913. Medd 10 IX-X.

— Trenne gallringsytor å Skagersholms kronopark. Ett bidrag till kännedomen om barrblandskogen. Medd. **10** 181-210. Skogsv. t. **11** *477-*500.
Drei Durchforstungsflächen in der Staatsforst Skagersholm. Ein Beitrag zur Kenntnis des Nadelmischwalds. Medd. 10 XXXIII-XXVII.

1914 Tillgången på kott och skogsfrö 1913—1914. Jan. 1914. Flygbl. **1** 1-4. Sk. **1** 15-18.

— Ljunghedarna, barrblandskogar, tallskogarna, granskogarna, lövskogar, proveniensstudier. Utst.-kat. 27-47.

— Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å kronoparken Tönnersjöheden. Ekurs.-progr. **10** 19-45.

— Ett observandum vid inköp av skogsfrö. Nov. 1914. Flygbl. **3** 1-4. Sk. **1** 281-284.

— Tallplantor av frö från olika hemort. Ett bidrag till proveniensfrågan. Medd. **11** 61-107, Skogsv. t. **12** 727-773.
Kiefernpflanzen aus Samen verschiedener Heimat. Ein Beitrag zur Provenienzfrage. Medd. 11 IX-XII.

— *Svenska trädslag 5. Björk och al. Skogsv. folkskr. **36** 1-32.

1915 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1912—1914. I. Gemensamma angelägenheter. Medd. **12** 9-15. II. Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1912—1914 jämte förslag till program för treårsperioden 1915—1917. Medd. **12** 15-37. Skogsv. t. **13** 757-779.
Berichs über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstal während der dreijarsperiode 1912—1914. I. Gemeinsame Angelegenheiten. Medd. 12 I—II. Die Tätigkeit der forsrlichen Abteilung in den Jahren 1912—1914 nebst Vorschlag eines Programms für die Dreijhardsperiode 1915—1917. Medd. 12 II-VI.

— Förslag till program för entomologiska undersökningar under treårsperioden 1915—1917. Medd. **12** 53-57. Skogsv. t. **13** 795-799.
Vorschlag eines Programms für entomologische Untersuchungen während der Dreijahrsperiode 1915—1917. Medd. 12 XI;XII.

— Förslag till specialprogram för vissa frågor rörande de norrländska skogarnas föryngring. Medd. **12** 61-70.
Vorschlag eines Spezial-programms für die Verjüngung der nordschwedischen Wälder. Medd. 12 XVIII-XX.

SCHOTTE, GUNNAR:

1915 *Nyare principer för avverkningens utförande. Skogsv. t. **13** 559-574.

— Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å kronoparken Omberg. Exkurs.-progr. **11** 16-24.

1916 Statens skogsförsöksanstalts försöksytor å Alträsk kronopark. Exkurs.-progr. **12** 8-12.

1916—17 Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—16. Medd. **13-14** 111-166. Skogsv. t. **14** 885-940.

Über die Schneeschäden in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens in den Jahren 1915—1916. Medd. 13-14 XIII-XX.

— Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift.

Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Medd. 13-14 XI XIV

— Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader. Försökträdgården. Medd. 13-13XV-XVII.

Det Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Der Versuchsgarten. Medd. 13-14 XV-XVII.

— Skogsförsöksanstaltens avdelningar. Skogsavdelningen. Medd. 13-14 XXXV-XL.

Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt. Schwedens. Forstliche Abteilung.

— Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. Medd. **13-14** 530-810 +2 [1]-[16]. Skogsv. t. **15** 447-706.

The Larch and its importance i Swedish Forest Economy. Medd. 13-14 LIX-LXXXIV.

— Om Aspens produktionsförmåga. Medd. **13-14** 1205-1219. Skogsv. t. **16** 641-655.

De la Production du Tremble. Communication préalable de sept places d'essai. Medd. 13-14 CXLVII-CXLVIII.

1917 *Om skogsproduktionens höjande genom beståndsvårdsåtgärder. Studier tillägnade Frans Kempe på hans sjuttioårsdag. Stockholm 1917. Skogsv. t. **15** Bil. I 105-130.

1918 Redogörelse för Skogsförsökanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. I. Gemensamma ang. II. Skogsavdelningen. Medd. **15** 125-142.

Bericht über die Tätigkeit der Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1915—17 nebst Vorschlag eines Programms. II. Forstliche Abteilung.

— Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åligganden. Flygbl. **11** 1-7. Sk. **5** 230-236.

— *Exempel på vacker återväxt i blädningslucka. Sk. **5** 225-229.

1919 Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Stjärnfors-Ställdalens och Hällefors bolags marker. Exkurs.-progr. **13** 97-120.

1920 *Kurze Übersicht über die wichtigsten Kennzeichnen der verschiedenen Lärchenarten. Natürw. Zeitschr. für Forst und Landwirtschaft 1920, 46—51.

— *Visingsö ekplantering. Lustgården **1** 31-49.

— *Lärken och silvergranen å Visingsö. Lustgården **1** 50-66.

SCHOTTE, GUNNAR:

1920 Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Omberg. Exkurs.led. I 1-40.

1921 Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland. Exkurs.led. II 1-62.

— Skogsförsöksanstaltens gallringsyta å Karlskoga kyrkoherdeboställes utmark. Exkurs.progr. **15** 21-22.

— Lanforsbeståndet. Exkurs.progr. **15** 31-38.

— Statens Skogsförsöksanstalts försöksyta 286 i sibiriskt lärkbestånd. Exkurs.-progr. **15** 97-98.

— Kronoparken Visingsö och Visingsö ekplantering. Exkurs.-progr. **15** 151-183.

— Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten [tills med E. Wibeck]. Exkurs.-led. III 1-47.

— *Ljunghedarnas geografiska utbredning och produktionsmöjligheter. Kungl. Lantbruksakademiens Handl- och Tidskr. **60** 237-250.

— *Från skogsutställningen i Luleå. Sk. **8** 268-277.

— *Våra jättetallar. Lustgården **2** 44-56.

1922 Beskrivning över Siljansfors försökspark. Exkurs.led. **IV** 1-48.

— Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne. Exkurs.led. **V** 1-53.

— Kort beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Vitthults kronopark. Exkurs.-progr. **16** 8-11.

— Om rötans spridningshastighet hos granen efter snöbrott. Flygbl. **26** 1-5. Sk. **9** 123-127.

— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. I. Gemensamma angelägenheter. Medd. **19** 1-7. II. Skogsavdelningen. Medd. **19** 8-26.

Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921 Account of the work of the institute in the period 1918—1921. I. Gemeinsame Angelegenheiten. — Common Topics. II. Forstliche Abteilung; Forestry division.

— IV. Skogsteknologiska undersökningar. Medd. **19** 60-65.

Forsttechnologische Untersuchungen; Researches in forest technology.

— Framställningar rörande avdeln. å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. III. Utlåtande den 25 okt. 1921. Medd. **19** 85-106. V. Yttrande 24 nov. 1921. Medd. **19** 116-123.

Unterbreitungen die Abteilung für Verjüngsversuche in Norrland betreffend; Proposals regarding the Division for afforstation problems in Norrland.

1922 Om snöbrottsfaran vid mycket starka gallringar. Medd. **19** 493-514.

Sur le danger de dégâts de neige après de très fortes éclaircies. Medd. 19 515-516.

— *Från skogsutställningen i Nässjö. Sk. **9** 237-252.

1923 Beskrivning över skogsförsöksanstaltens försöksytor å Svältorna i Västergötland. Exkurs.led. **VI** 1-68.

SCHOTTE, GUNNAR:

1923 Beskrivning över skogsförsöksanstaltens försöksytor å Visingsö. Exkurs.led. **VII** 1-64.

— Några ord om sydvästra Sveriges ljunghedar och deras produktionsmöjligheter. Exkurs.progr. **17** 7-17.

— Statens Skogsförsöksanstalt i »Skogsbruk, Trävaru- och Pappersindustri». Specialkatalog på Jubileumsutställningen i Göteborg 1923. Utst. kat. 53-58, 67-77, 81-105.

— *Om eken i Sverige och särskilt Visingsö ekplantering. Dansk Skovforen. t. **8** 165-187.

— *Försöksväsendet och det praktiska skogsbruket. Dansk Skovforen. t. **8** 385-411.

— Tallfröet proveniens — Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga. Några norrländska skogsföryngringsproblem I. Medd. **20** 305-396.

La provenance des semences du Pin sylvestre. Une question ties importante pour la régénération des forêts en Norrland. (Quelques problems rélatifs à la régénération dans la Suège septentionale I). Medd. 397—400.

— Bibliografisk förteckning över innehållet i Stat. skogsförs.-anst. publikationer under 20-årsperioden 1904—1923. Medd. **20** 441-476.

Bibliographisches Verzeichnis des Inhalts der von der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in den Jahren 1904—1923 herausgegebenen Publikationen.
Bibliographical Index of contents of the publications from the Swedish Institute of experimental forestry in the years 1904—1923.

— *Försök med några ovanligare barrträd i Västergötland. Lustgården **4** 73-80.

SPESSIVTSEFF, PAUL:

1921 Bidrag till kännedom om splintborrarnas näringsgnag. Medd. **18** 315-325.

Beitrag zur Kenntnis des Ernährungsfrasses bei den europäischen Splintkäfern (*Ecoptogastrini*) Medd. 18 325-326.

— *Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäferfauna Schwedens. Ent. tidskr. **40** 219-223.

1922 Bestämningstabell över svenska barkborrar Medd. **19** 453-492.

Bestimmungstabelle der schwedischen Borkenkäfer.

— *Zur Lebensweise des Chaetoptelius vestitus Rey. Entomol. Blätter. **18** 75-77.

1923 Bidrag till kännedomen om bruna öronvirvelns (*Otiorrhynchus ovatus L.*) morfologi och biologi. Medd. **20** 241-255.

Beitrag zur Kenntuis der Morphologie und Lebensweise des *Otiorrhynchus ovatus L.* Medd. 20 255-260.

STÅLFELT, M. G.:

1921 Till kännedomen om förhållandet mellan solbladens och skuggbladens kolhydratsproduktion. Medd. **18** 221-275.

Zur Kenntnis der Kohlehydratproduktion von Sonnen- und Schattenblättern. Medd. 18 276-280.

SYLVÉN, NILS:

1908 Om könsfördelningen hos tallen. Medd. **5** 47-60. Skogsv. t. **6** 73-86.

Über die Geschlechtsverteilung bei der Kiefer. Medd. 5 V-VI.

— Material för studiet av skogsträdens raser 4—8. Medd. **5** 169-193. Skogsv. t. **6** 457-481.

Material zur Erforschung der Rassen der schwedischen Waldbäume. Medd. 5 XV-XVIII.

SYLVÉN, NILS:

1908 4. Ormgranar i Hassle socken i norra Västergötland. Medd. **5** 169-176. Skogsv. t. **6** 457-464.
Schlangenfichten im nördlichem Västergötland. 5 XV—XVI.

— 5. Dichotyp gran från Forserum i Småland. Medd. **5** 176-182. Skogsv. t. **6** 464-470.
Dichotypische Fichte aus Forserum in Småland. Medd. 5 XVI.

— 6. Pelarliknande gran. Medd. **5** 182-184. Skogsv. t. **6** 470-472.
Säulenähnliche Fichten. Medd 5 XVI.

— 7. Ny form av gran med abnorm klorofyllbildning. Medd. **5** 184-187. Skogsv. t. **6** 472-475.
Eine neue Form der Fichte mit abnormer Chlorophyllbildung. Medd. 5 XVII.

— 8. Tabulæformis-artade granar å Holaveden. Medd. **5** 187-193. Skogsv. t. **6** 475-481.
Tabulæformisartige Fichten aus Holaveden. Medd. 5 XVII—XVIII.

1909 Studier över granens formrikedom, särskilt dess förgreningstyper och deras skogliga värde. Medd. **6** 57-117. Skogsv. t. **7** ×201-×261.
Studien über den Formenreichtum der Fichte, besonders die Verzweigungstypen derselben und ihren forstlichen Wert. Medd. 6 XIII-XX.

1910 Material för studiet av skogsträdens raser 10. Några svenska tallformer. Medd. **7** 175-194. Skogsv. t. **8** *383-*402.
Material zur Erforschung der Rassen der schwedischen Waldbäume 10. Einige schwedische Kiefernformen. Medd. 7 XXIII-XXVI.

— Om pollineringsförsök med tall och gran. Medd. **7** 219-228. Skogsv. t. **8** *403-*412.
Über Bestäubungsversuche mit Kiefer und Fichte. Medd. 7 XXIX-XXX.

1914 Om kubikmassa och form hos granar av olika förgreningstyp. Medd. **11** 9-60. Skogsv. t. **12** 635-678.
Über Kubikmasse und Form bei Fichten verschiedenen Verzweigungstypus. Medd. 11 I-VIII.

— *Våra skogars markvegetation och dess samband med markboniteten. Skogsv. t. **12** 493-517.

1916—17 Den nordsvenska tallen. Medd. **13-14** 9-110. Skogsv. t. **14** 783-884.
Die nordschwedische Kiefer. Medd. 13-14 I-XII.

— Om tallens knäckesjuka. Medd. **13-14** 1077-1140. Skogsv. t. **16** 265-307.
Über den Kieferndreher. Melampsora pinitorqua (Braun) Rostr. Medd. 13-14 CXXVII-CXXXVI.

1918 1917 års knäckesjuka i norra Västergötland. Medd. **15** 192-204. Skogsv. t. **16** 308-315.
Der Kieferndreher im nördlichen Västergötland im Jahre 1917. Medd. 15 XIX-XXII.

— *Ärftlighetslärans betydelse för den modärna skogshushållningen. Skogsv. t. **16** 182-195.

— *Jämförande försök med maskin- och handplockning av skogsbär. Landtbruksak. Handl. **37** 62-76.

— *Är maskinplockning av skogsbär till skada för bärriset. Sk. **5** 225-229.

TAMM, OLOF:

1916—17 Om Skogsjordsanalyser. Medd. **13-14** 235-260. Skogsv. t. **15** 175-200.
Über Waldbodenanalysen. Medd. 13-14 XXV-XXVIII.

— Bidrag till kännedomen om kalkens urlakning ur den jämtländska skogsmarken. Skogshögsk. festskr. 400-412.

1918 *Om vittringen i den norrländska skogsmarken. Geol. fören. förh. 40 450-454.

1920 Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. Medd. **17** 49-276.
Bodenstudien in der nordschwedischen Nadelwaldregion. Medd. 17 277-300.

1921 Om berggrundens inflytande på skogsmarken. Medd. **18** 105-158.
Über die Einwirkung der festen Gesteine auf den Waldboden. Medd. 18 159-164.

— Om jordmånen i det nordsvenska barrskogsområdet. Skogl. rön **1** 1-19.

1921 Geologiska och markbeskrivningar. Exkurs. prop. **15** 23-24, 39, 60-61, 89, 117, 151, 211, 228.

— *Beitrag zur Diskussion über das Zeil und die Arbeitsmethoden der Pflanzenbiologie. Sv. Bot. tidskr. **15** 243-250.

1922 Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. En metod för studier av brunjorden och dess degeneration. Medd. **19** 385-386.
Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden. Medd. 19 387-404.

— I vad mån beror skogens växt på markens mineraliska beskaffenhet Flygbl. **24** 1-8, Sk. **9** 17-24.

TRÄGÅRDH, IVAR:

1915 Bidrag till kännedomen om tallens och granens fiender bland småfjärilarna. Medd. **12** 71-132. Skogsv. t. **13** 813-874.
Contributions towards the knowledge of the enemies of the pine and spruce amongst the micro lepidoptera. Medd. 12 XXI-XXVI.

1917 Våra vanligaste barkborrar och deras gångsystem. Februari 1917. Flygbl. **8** 1-28. Sk. **4** 37-53, 83-92.

— *Barrträdskvalstret (*Paratetranychus ununguis* JAC.). Skogsv. t. **13** 243-246.

— *Tallskottvecklaren (*Evetria buoliana* SCHIFF) — Ent. tidskr. **36** 286.

— *Människans andel i insektshärjningars uppkomst. Ymer **35** s. 273-281.

— *Granknoppsmalen (*Argyresthia illuminatella* Z.). Sk. **2** 188-191.

1916 *Jättebarkborren (*Dendroctonus micans* KUG.). Skogsv. t. **14** 484-486.

1916—17 Skogsförsöksanstaltens avdelningar. Entomologiska laboratoriet. Medd. 13-14 XLIX-LIII.
Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Entomologische Abteilung.

— Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter. Medd. **13-14** 1141-1204. Skogsv. t. **16** 413-476.
Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones. Medd. 13-14 CXXXVII-CXLVI.

— *Om de klimatiska faktorernas inflytande på insekternas uppträdande. Skogshögskolans festskrift 1917. 428-447.

TRÄGÅRDH, IVAR:

1918 Skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Översikt enligt jägmästarnas och länsjägmästarnas rapporter. Medd. **15** 69-116.

Das Auftreten der schädlichen Forstinsekten in Schweden im Jahre 1916. Medd. 15 VII-X.

— Översikt över skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Flygbl. **10** 1-28. Sk. **5** 11-20, 45-62.

— Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under treårsperioden 1915—1917 jämte förslag till arbetsprogram. IV. Entomologiska laboratoriet. Medd. **15** 154-174.

Bericht über die Tätigkeit der Versuchsanstalt während der Dreijahrsperiode 1915-1917 nebst Vorschlag eines Programms. IV. Forstentomologische Abteilung.

— Tallviveln (*Pissodes pini* L.). En allmän, men i vårt land hittills föga beaktad skogsinsekt. Flygbl. **12** 1-8. Sk. **5** 237-244.

— Tallbocken (*Monochamus sutor* L.). En viktig teknisk skadegörare bland långhorningarna. Medd. **15** 221-232. Skogsv. t. **16** 349-360.

Der Schusterbock. Medd. 15 XXVI-XXVIII.

— *Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Zeitschr. f. angewandte Entomologie **5** 98-104.

— Barrträdskvalstret (*Paratetranychus ununguis* JAC.). En fiende i våra plantskolor. Flygbl. **14** 1-4. Sk. **5** 335-338.

— *On a new method of ascertaining the parasites of the respective host-insects in a mixed infestation. Bulletin of Entomological Research vol. IX. 75-79.

1919 Skogsinsekternas skadegörelse under år 1917. Medd. **16** 67-109.

Das Auftreten der schädlichen Forstinsekten in Schweden im Jahre 1917. Medd. 16 109-114.

— Några allmänna men hittills föga uppmärksammade barkborrar och deras gångsystem. Flygbl. **17** 1-10. Sk. **6** 237-246.

1920 Undersökningar över nunnans uppträdande i Gualöv 1915—1917. Medd. **17** 306-326.

Untersuchungen über das Auftreten der Nonne bei Gualöv. Medd. 17 326-328.

— Tallbastborren och granbastborren, två fiender till skogskulturer. Flygbl. **19** 1-6. Sk. **7** 49-54.

— *Några anteckningar om barrlössens förekomst på våra odlade barrträd. Lustgärden. Årsskrift för föreningen för dendrologi och parkvård. **1** 108-118.

— *On the use of experimental plots when studying forest insects. Bull. of Entomol. Research vol. X. 157-160.

1921 Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelse och bekämpande. Medd. **18** 1-74.

Untersuchungen über den grossen Waldgärtner (*Myelophilus piniperda*). Medd. 18 75-80.

— Skogsinsekternas skadegörelse 1918. Medd. **18** 281-311.

Das Auftreten der schädlichen Forstinsekten in Schweden im Jahre 1918. Medd. 18 311-314.

TRÄGÅRDH, IVAR:

1921 Boksköldlusen. Flygbl. **21** 1-4. Sk. **8** 89-92.

— Den större märgborrens skadegörelse och dess bekämpande. Flygbl. **22**. 1-8. Sk. **8** 153-160.

— *Björksplintborren och trädödaren, två fiender till våra björkdungar. Lustgården **2** 119-127.

1922 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. IV. Skogsentomologiska avdelningen.

Bericht über die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921 — Account of the work at the institute in the period 1918—1921.
IV. Forstentomologische Abteilung. — Entomological division. Med. 19 33-37.

— Skogsentomologiska bidrag I. Medd. **19** 361-381.

Forstentomologische Beiträge I. Medd. 19 382-384.

— Tallbocken. Flygbl. **27** 1-6. Sk. **10** 33-38.

1923 Mål och medel inom skogsentomologien. Medd. **20** 209-234.

Ziele and Wege in der Forstentomologien. Medd. 20 235-249.

— Skogsentomologiska bidrag II. Medd. **20** 401-421.

Entomological contributions II. Medd. 20 422-424.

WIBECK, EDVARD:

1907 *Frömängden vid rutsådd av tall- och granfrö. Skogsv. t. **5** 208-217, 445-447.

1909 Bokskogen inom Östbo och Västbo härad av Småland. Ett bidrag till Sveriges skogshistoria. Medd. **6** 125-240. Skogsv. t. **7** *349-*340, **8** *1-*34.

Der Buchenwald im Kreise Östbo und Västbo Provinz Smålane. — Ein Beitrag zur Geschicht des schwedischen Waldes. Medd. 6 XXI-XXVI.

1911 Om ljungbränning för skogskultur. Medd. **8** 7-94. Skogsv. t. **9** *1-*12, *31-*106.

Über das Brennen der Callunaheide zur Aufforstung. Medd. 8 I-IV.

1912 Tall och gran av sydlig härkomst i Sverige. Medd. **9** 75-134. Skogsv. t. **10** *157-*216.

Über das Verhalten der Kiefern und Fichten von ausländischem, besonders deutschem Saatgut in Schweden. Medd. 9 XIII-XX.

1913 Om självsådd och skogsodling i övre Norrland. Medd. **10** 91-138. Skogsv. t. **11** *387-*434.

Über naturliche und künstliche Verjüngung in den Wäldern Nordschwedens. Medd. 10 XI-XVI.

1914 Skogsträdens frösättning hösten 1914. Medd. **11** 108-128. Skogsv. t. **12** 774-794.

Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1914. Medd. 11 XIII-XIV.

— Tillgången på kott och skogsfrö 1914—1915. Flygbl. **4** 1-4. Sk. **1** 285-288

— Skogsträdens frösättning år 1915. Medd. **12** 133-150. Skogsv. t. **13** 915-932.

Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1915. Medd. 12 XXVII-XXVIII.

WIBECK, EDVARD:

1914 Trädens fruktsättning år 1915. Flygbl. **6**. Sk. **2** 315-318.

1916—17 Skogsförsöksanstaltens avdelningar. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland. Medd. 13-14 LIV-LVIII.

Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland.

— Om eftergroning hos tallfrö. Medd. **13-14** 201-234. Skogsv. t. **15** 141-174.

Über Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernsamens bei Freilandssaat. Medd. 13-14 XXIII-XXIV.

1917 Skogsföryngringsfrågan i Norrland. Översikt och önskemål. Studier, tillägnade Frans Kempe på hans sjuttioårsdag. Stockholm 1917. Skogsv. t. 1917. Bil. I 131-142.

— *Ur skogens historia i forna tiders Bohuslän. Göteborg 1917.

1918 Widéns kulturplog. Erfarenheter gjorda vid Statens Skogsförsöksanstalts avdelning för föryngringsförsök i Norrland. Medd. **15** 17-42. Skogsv. t. **16** 105-130.

Der Widén'sche Kulturpflug. Medd. 15 I-III.

— Avdelningens för föryngringsförsök i Norrland verksamhet åren 1916 och 1917 jämte arbetsförslag för 3-årsperioden 1918—1920. Medd. **15** 175-188.

Die Tätigkeit der Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland in den Jahren 1916—1917 nebst Vorschlag eines Programms während der Dreijahrsperiode 1918—1920.

— *Berglinds ruthackningsmaskin. Sk. **5** 299-304.

— *Till några bilder från Fiskåvattnet i norra Jämtlands skyddsskogsområde. Skogsvännen. 99-117.

1919 Om tall- och granfrö från Norrland. Flygbl. **16** 1-12. Sk. **6** 97-107.

1920 Det norrländska tallfröets grobarhet. Medd. **17** 1-17.

Die Keimfähigkeit des norrländischen Kiefernsamens. Medd. 17 17-20.

— Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till uppfrysningsfaran i Norrland. Medd. **17** 329-345.

Ueber die Gefahr des Auffrierens bei verschiedenen Forstkulturmethoden in Norrland. Medd. 17 345-347.

1921 *Kottklängning i bärtorkerierna. Sk. **8** 281-288.

— Några nya skogsodlingsredskap. Flygbl. **23** 1-12. Sk. **8** 331-342.

1922 Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyraårsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram. V. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland.

Bericht über die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921. — Account of the work of the institute in the period 1918—1921. Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland. — Division for afforestation problems in Norrland. Medd. 19 38-59.

— Framställningar rörande avdelningen å extra stat för föryngringsförsök i Norrland. IV. Yttrande av försöksledaren. Medd. **19** 107-115.

Unterbreitungen die Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland betreffend. — Proposals regarding the Division for afforestations problems in Norrland.

1923 Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. Medd. **20** 261-299.

Über Missbildung des Wurzelsystems der Kiefer bei Stieleisenpflanzung. Medd. 20 300-303.

IV. Uppgifter för exkursioner samt exkursionsledare.

1912 SCHOTTE, G. *Några statistiska siffror om Sveriges skogar. Dansk skov.-føren. Exkurs.-progr. 5-6.

1913 —— Statens Skogsförsöksanstalts gallringsserie (n:o 5) å Isön av kronoparken Andersön. Exkurs.-progr. **9** 14.

1914 —— Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å kronoparken Tönnersjöheden. Exkurs.-progr. **10** 19-45.

1915 —— Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å kronoparken Omberg. Exkurs.-progr. **11** 16-24.

1916. SCHOTTE, G. och WIBECK, E. Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Alträsk kronopark. Exkurs.-progr. **12** 8-12.

WIBECK, E. Kavahedens kronoöverloppsmark (försöksyta å). Exkurs.-progr. **12** 21-26.

1919 SCHOTTE, G. Beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Stjärnfors—Ställdalen och Hällefors bolags marker. Exkurs.-progr. **13** 97-120.

1920 —— Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Omberg. Exkurs.-led. **I** 1-40.

1921 —— *Några ord om skogens betydelse för Sverige. Exkurs.-progr. **15** 9-15.

—— Skogsförsöksanstaltens gallringsyta å Karlskoga kyrkoherdeboställe. Exkurs.-progr. **15** 21-22.

—— Lanforsbeståndet vid Alkvettern. Exkurs.-progr. **15** 31-38.

—— Skogsförsöksanstaltens yta 286 i sibirisk lärk å Bjurfors. Exkurs.-progr. **15** 97-98,

—— Kronoparken Visingsö och Visingsö ekplantering. Exkurs.-progr. **15** 151-183.

TAMM, O. Geologiska och markbeskrivningar. Exkurs.-progr. **15** 23-24, 39, 60-61, 89, 117, 151, 211, 228.

HALDEN, B. Naturbeskaffenhet (GARPENBERG). Exkurs.-progr. **15** 99.

SCHOTTE, G. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland. Exkurs.-led. **II** 1-61.

SCHOTTE, G. och WIBECK, E. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten. Exkurs.-led. **III** 1-47.

1922 SCHOTTE, G. Kort beskrivning över Statens Skogsförsöksanstalts försöksytor å Vitthults kronopark. Exkurs.-progr. **16** 8-11.

—— Beskrivning över Siljansfors försökspark. Exkurs.-led. **IV** 1-48.

—— Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne. Exkurs.-led. **V** 1-53.

TAMM, O. Jordmånsförhållandena. (Siljansfors försökspark). Exkurs.-led. **IV** 10-15.

TRÄGÅRDH, IVAR. Den åttatandade barkborrens (granbarkborrens) uppträdande i blädningstrakt I (Siljansfors försökspark). Exkurs.-led. **IV** 33-34.

1923 SCHOTTE, G. Några ord om sydvästra Sveriges ljunghedar och deras produktionsmöjligheter. Exkurs.-progr. **17** 7-17.

—— Svältorna. Redogörelse för försöksytor å kronoparkerna Stora och Lilla Svältan samt Ollestad. Exkurs.-led. **VI** 1-68.

—— Beskrivning över skogsförsöksanstaltens försöksytor å Visingsö. Exkurs.-led. **VII** 1-64.

V. Uppgifter från utställningar.

1911 Statens Skogsförsöksanstalts kollektivutställning (vid allmänna svenska landtbruksmötet i Örebro 1911). Specialkatalog (av G. SCHOTTE). Utst.-kat. 1-15.

Utställning, visande betydelsen av fröets hemort vid tallkultur (tallens proveniensfråga). Utst.-kat. 1-5.

Kartor med utredningar (av Skogsförsöksanstalten utlagda försöksfält, ädla lövträdens utbredning, bokens nuv. och forna utbredning i Västbo och Östbo härad, granens sydvästgräns i Sverige, skogarnas utbredning på Gotland samt björk- och barrskogsgränsen i Lappland). 6

Grafiska framställningar, utvisande normala, rena tallskogars virkesmassa i landet samt avsmalningskurvor. 6-7.

Exempel på produktionen i olika svenska skogssamhällen. 7-11.
Gallringsförsök i svenska tall- och granskogar. 11-14.

1914 Statens Skogsförsöksanstalts utställning. Skogsavdelningen i svenska skogshallen å Baltiska utställningen. Specialkatalog. Utst.-kat. 27-48.
I Ljunghedarna (av G. SCHOTTE). 28-31.
II Skogarnas försumpning (av H. HESSELMAN). 31-32.
III Barrblandskogar (av G. SCHOTTE). 32-37.
IV Tallskogarna (av G. SCHOTTE). 37-38.
V Granskogarna (av G. SCHOTTE). 38-39.
VI Lövskogar (av G. SCHOTTE). 39-41.
VII Skogsjordar (av H. HESSELMAN). 41-42.
VIII Proveniensstudier, trädsjukdomar m. m. (av G. SCHOTTE och T. LAGERBERG) 42-48.

1921 Från skogsutställningen i Luleå (av G. SCHOTTE). Sk. **8** 268-277.

1922 Från skogsutställningen i Nässjö (av G. SCHOTTE). Sk. **9** 237-252.

1923 Statens Skogsförsöksanstalt. Skogsbruk, Trävaru- och Pappersindustri. Specialkatalog. Jubileumsutställningen i Göteborg 1923. Utst.-kat. 49-105.
Statens Skogsförsöksanstalt (av SVEN PETRINI). 49-53.
Skogsförsöksanstaltens gallringsmetoder (av G. SCHOTTE och SVEN PETRINI). 53-58.
Metoder för skogens föryngring, som prövas vid Statens skogsförsöksanstalt (av G. SCHOTTE och SVEN PETRINI) 56-58.
Försumpningsstudier (av L.-G. ROMELL). 58-60.
Svenska skogsjordmånen (av L.-G. ROMELL). 60-63.
Humusstudier (av H. HESSELMAN). 63-67.
Proveniensfrågan (av G. SCHOTTE). 67-77.
Skogsentomologisk utställning (av IVAR TRÄGÅRDH). 78-80.
Silvergranens produktion och föryngring (av G. SCHOTTE). 81-82.
Lärkens produktion i Sverige (av G. SCHOTTE) 83-86.
Gallringsförsök i granskog (av G. SCHOTTE). 86-93.
Blädningsförsök i granskog (av G. SCHOTTE). 93.
Aspens produktion (av G. SCHOTTE). 94.
Sydvästra Sveriges ljunghedar (av G. SCHOTTE). 94-96.
Siljansfors försökspark (av G. SCHOTTE och SVEN PETRINI). 96-102.
Gallringsförsök i tallskog (av G. SCHOTTE). 102-105.

VI. Förteckning över Statens Skogsförsöksanstalts flygblad.

1914 N:o 1. Tillgången på kott och skogsfrö 1913—1914. Av GUNNAR SCHOTTE. 4 sid. 2 kartor. Sk. **1** 15-18.
N:o 2. Grankottens svampsjukdomar. Av TORSTEN LAGERBERG. 5 sid., 2 fig. Sk. **1** 37-41.
N:o 3. Ett observandum vid inköp av skogsfrö. Av GUNNAR SCHOTTE. 4 sid., 1 fig. Sk. **1** 281-284.
N:o 4. Tillgången på kott och skogsfrö 1914—1915. Av EDVARD WIBECK. 4 sid. 2 kartor. Sk. **1** 285-288.

1915 N:o 5. Tallskytte och snöskytte. Av TORSTEN LAGERBERG. 10 sid., 6 fig. Sk. **2** 117-126.
N:o 6. Trädens fruktsättning år 1915. Av EDVARD WIBECK. 4 sid., 2 kartor. Sk. **2** 315-318.

1916 N:o 7. Trädens fruktsättning år 1916. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 4 sid., 2 kartor. Sk. **3** 315-318.

1917 N:o 8. Våra vanligaste barkborrar och deras gångsystem. Av IVAR TRÄGÅRDH. 28 sid., 27 fig. Sk. **4** 37-53, 83-92.
N:o 9. Trädens fruktsättning år 1917. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 6 sid., 2 kartor. Sk. **4** 335-340.

1918 N:o 10. Översikt över skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Av IVAR TRÄGÅRDH. 28 sid., 13 fig. Sk. **5** 11-20, 45-62.
N:o 11. Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åligganden. Av GUNNAR SCHOTTE. 7 sid., 7 fig. Sk. **5** 230-236.
N:o 12. Tallviveln (*Pissodes pini* L.). En allmän, men i vårt land hittills föga beaktad skogsinsekt. Av IVAR TRÄGÅRDH. 8 sid., 7 fig. Sk **5** 237-244.
N:o 13. Trädens fruktsättning år 1918. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 6 sid., 2 kartor. Sk. **5** 329-334.
N:o 14. Barrträdskvalstret (*Paratetranychus ununguis* JAC.). En fiende i våra plantskolor. Av IVAR TRÄGÅRDH. 4 sid., 2 fig. Sk. **5** 335-338.
1919 N:o 15. Om törskatesvampens spridning. Av HENRIK HESSELMAN. 8 sid., 4 fig. Sk. **6** 9-16.
N:o 16. Om tall- och granfrö från Norrland. Av EDVARD WIBECK. 12 sid., 3 fig. Sk. **6** 97-107.
N:o 17. Några allmänna, men hittills föga uppmärksammade barkborrar och deras gångsystem. Av IVAR TRÄGÅRDH. 10 sid., 8 fig. Sk. **6** 237-246.
N:o 18. Trädens fruktsättning år 1919. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 8 sid., 2 kartor. Sk. **6** 285-292.
1920 N:o 19. Tallbastborren och granbastborren, två fiender till skogskulturer. Av IVAR TRÄGÅRDH. 6 sid., 3 fig. Sk. **7** 49-54.
1921 N:o 20. Skogsträdens fruktsättning år 1920: Av GÖSTA MELLSTRÖM. 16 sid., 5 kartor. Sk. **8** 21-36.
N:o 21. Boksköldlusen. Av IVAR TRÄGÅRDH. 4 sid., 1 fig. Sk. **8** 89-92.
N:o 22. Den större märgborrens skadegörelse och dess bekämpande. Av IVAR TRÄGÅRDH. 8 sid. Sk. **8** 153-160.
N:o 23. Några nya skogsodlingsredskap. Av EDVARD WIBECK. 12 sid., 6 fig. Sk. **8** 331-342.
1922 N:o 24. I vad mån beror skogens växt på markens mineraliska beskaffenhet. Av OLOF TAMM. 8 sid., 1 karta. Sk. **9** 17-24.
N:o 25. Skogsträdens fruktsättning år 1921. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 18 sid., 6 kartor. Sk. **9** 53-70.
N:o 26. Om rötans spridningshastighet hos granen efter snöbrott. Av GUNNAR SCHOTTE. 5 sid. Sk. **9** 123-127.
1923 N:o 27. Tallbocken. Av IVAR TRÄGÅRDH. 6 sid., 4 fig. Sk. **10** 33-38.
N:o 28. Skogsträdens fruktsättning år 1922. Av GÖSTA MELLSTRÖM. 16 sid., 6 kartor. Sk. **10** 39-54.
N:o 29. En numerisk metod för inmätning av rågångar och linjenät vid upprättande av skogskartor. Av SVEN PETRINI. 16 sid. 2 fig. Sk. **10** 65-80.

VII. Frörapporter (skogsträdens frösättning olika år).

Då dessa sammanställningar utav kronojägarnes och från och med år 1922 även skogsvårdsstyrelsernas rapporter bearbetats av olika tjänstemän (se under avd. III å respektive författarenamn), har det ansett nödvändigt att här sammanföra de olika årens frörapporter under en uppgift, så att de utan större svårighet skola återfinnas i registret.

För åren 1905—1908 har bearbetningen utförts av ALEX. MAASS och återfinnes dessa dels i Meddelandena 3-6 och Skogsv. t. 4-7:

1906 Tillgången på tall och grankott i Sverige hösten 1905. Medd. **3** 53-58. Skogsv. t. **4** 87-92.
Resumé Medd. 3 59.

— Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1906. Medd. **3** 59-63. Skogsv. t. **4** 575-79.

1907 Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1907. Medd. **4** 103-107. Skogsv. t. **5** 465-69.
Resumé Medd. 4 108.

1909 Tillgången på tall- och grankott i Sverige hösten 1908. Medd. **6** 119-123. Skogsv. t. **7** 39-43.
Resumé. Medd. 6 124.

För åren 1909—1913 utfördes bearbetningen av GUNNAR SCHOTTE och medtogos nu alla skogsträden. Från och med 1914 ingår bearbetningen även i förkortad form som flygblad.

1910 Skogsträdens frösättning hösten 1909. Medd. **7** 5-24. Skogsv. t. **8** 69-88.
Resumé. Medd. 7 I-II.

— Skogsträdens frösättning hösten 1910. Medd. **7** 195-218. Skogsv. t. **8** 497-520.
Resumé. Medd. 7 XXVII-XXVIII.

1911 Skogsträdens frösättning hösten 1911. Medd. **8** 174-196. Skogsv. t. **9** 396-418.
Resumé. Medd. 8 XIII-XIV.

1912 Skogsträdens frösättning hösten 1912. Medd. **9** 171-194. Skogsv. t. **10** 461-484.
Resumé. Medd. 9 XXV-XXVI.

1913 Skogsträdens frösättning hösten 1913. Medd. **10** 67-90. Skogsv. t. **11** 449-472.
Resumé. Medd. 10 IX-X.
(Även i Flygbl. **1** 1-4. Sk. **1** 15-18.)

För åren 1914—1915 är bearbetningen gjord av EDVARD WIBECK; ett kortare sammandrag har utgivits som flygblad.

1914 Skogsträdens frösättning hösten 1914. Medd. **11** 108-128. Skogsv. t. **12** 774-794.
Resumé. Medd. II XIII-XIV.
(Även i Flygbl. **4** 1-4. Sk. **1** 285-288.)

1915 Skogsträdens frösättning år 1915. Medd. **12** 133-150. Skogsv. t. **13** 915-932.
Resumé. Medd. 12 XXVII-XXVIII.
(Även i Flygbl. **6** 1-4. Sk. **2** 315-318.)

Från och med 1916 har bearbetningen av frörapporterna övertagits av GÖSTA MELLSTRÖM Från och med 1920 är hela bearbetningen endast tryckt som flygblad.

1916 Skogsträdens frösättning 1916. Medd. **13-14** 167-188. Skogsv. t. **14** 941-962.
Resumé. Medd. 13-14 XXI-XXII.
(Även i Flygbl. **7** 1-4. Sk. **3** 315-318.)

1918 Skogsträdens frösättning år 1917. Medd. **15** 43-68. Skogsv. t. **16** 131-156.
Resumé. Medd. 15 IV-VI.
(Även i Flygbl. **9** 1-6. Sk. **4** 335-340.)

1919 Skogsträdens frösättning 1918. Medd. **16** 1-24.
Resumé. Medd. 16 24-26.
(Även i Flygbl. **13** 1-6. Sk. **5** 329-334.)

1920 Skogsträdens frösättning 1919. Medd. **17** 21-45.
Resumé. Medd. 17 46-48.
(Även i Flygbl. **18** 1-8. Sk. **6** 285-292.)

1921 Skogsträdens fruktsättning år 1920. Flygbl. **20** 1-16. Sk. **8** 21-36.

1922 Skogsträdens fruktsättning år 1921. Flygbl. **25** 1-18. Sk. **9** 53-70.

1923 Skogsträdens fruktsättning år 1922. Flygbl. **28** 1-16. Sk. **10** 39-54.

VIII. Bibliografi.

1913 Förteckning över periodisk litteratur, som genom byte mot Skogsförsöksanstaltens »Meddelanden» förvärvats åt dess bibliotek intill den 1 jan. 1914, upprättad av TORSTEN LAGERBERG. Medd. **10** 219-227.

1914 Innehållsförteckning över Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt **1-11** (1904-1914). Medd. **11** *1-7*.

Inhalt der Mitteilungen aus der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Hefte 1-11 (1904-1914).

1916—17 Innehållsförteckning över Publikationer från Statens Skogsförsöksanstalt åren 1904—1917. Medd. **13-14** 1-11.

1918 Innehållsförteckning över Publikationer från Statens Skogsförsöksanstalt åren 1904-1918. Medd. **15** 275-288.

1923 Bibliografisk förteckning över innehållet i Statens Skogsförsöksanstalts publikationer under 20-årsperioden 1904—1923. Upprättad av GUNNAR SCHOTTE. Medd. **20** 441-476.

Bibliographisches Verzeichnis des Inhalts der von der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in den Jahren 1904—1923 herausgegebenen Publikationen. — Bibliographical Index of contents of the publications from the Swedish Institute of experimental forestry in the years 1904—1923.

IV. Biografier.

Några korta biografiska data för i denna förteckning intagna författare.

ANDERSSON, CARL FILIP GUNNAR, professor vid Handelshögskolan i Stockholm, *1865, fil. dr 1892, amanuens vid Riksmuseum 1891—98, doc. vid Stockh. Högsk. 1893, botanist vid Forstliga Försöksanst. (sedermera Statens Skogsförsöksanstalt) 1902, lektor vid Skogsinst. 1906, nuv. bef. 1909. Kommitteuppdr., riksdagsmannaverksamhet, led. av styr. för Skogshögsk. och Stat. Skogsförs.-anst., domänfullmäktig 1919.

HESSELMAN, OSCAR AUGUST HENRIK VILHELM, föreståndare för naturvetenskapliga avdelningen vid Statens Skogsförsöksanstalt, professor, *1874, fil. dr 1904, doc. vid Stockh. Högsk. s. å., assistent vid Stat. Skogsförs.-anst. 1902, botanist där 1906, nuv. bef. 1912. Ehrendr. d. Bodenk. 1921. Kommitteuppdr. Medredaktör i Skogsv.-fören. tidskr. sedan 1907.

LAGERBERG, TORSTEN KARL ERIK, professor i skogsbotanik med allm. bot. vid Skogshögsk., *1882, fil. dr 1909, assistent vid Stat. Skogsförs.-anst. 1913, t. f. professor vid Skogshögsk. 1915, nuv. bef. 1918. Redaktör av Sv. bot. tidskr. sedan 1919.

LINDHOLM, CHARLES AUGUST THEODOR, intendent i K. Byggnadsstyrelsen, vice professor, *1870, utex. fr. Chalm. inst. i Göteborg 1891, från Fria konst. akad. 1894, v. professor vid K. konsthögskolan 1916, intendent 1919.

MAASS, ALEXANDER EDVARD AUGUST FRIEDRICH, t. f. byråchef i Domänstyrelsen, *1864, utex. fr. Skogsinst. 1887, lektor i skogshush. och matem. vid Skogsinst. 1898, föreståndare för Stat. Skogsförs.-anst. 1902—08, jägm. i Västerdalarnas revir 1903, i Stockholms revir 1908, nuv. bef. 1918.

MALMSTRÖM, CARL, assistent vid Naturvetenskapliga avdeln. vid Stat. Skogsförs.-anst., *1891, fil. dr 1924, nuv. bef. 1921, (tillf. assistent i skogsbotanik 1918).

MATTSSON MÅRN, LUDVIG HARALD, skogsförvaltare i Vargöns a.-b., *1892, utex. fr. Skogsinst, 1914, assistent vid Stat. Skogsförsöksanstalt 1906—19, nuv. anst. 1921. Doc. i skogsuppskattn. vid Skogshögsk. 1918. Sekr. hos skogsstatistiska kommittén till slutet av 1919.

Mellström, Karl Gustaf (Gösta), första skogsbiträde vid Stat. Skogsförs.-anst., *1888, utex. fr. Kollebergs skogsskola 1912, skogsbiträde s. å., nuv. bef. 1920. Redaktionssekreterare i tidskr. Skogen.

Odén, Sven Ludvig Alexander, professor vid tekniska högskolan. *1886, fil. dr 1913, nuv. bef. 1920.

Petrini, Sven Julius Jonsson, assistent vid skogsavdelningen av Statens Skogsförsöksanstalt *1891, utex. fr. Skogsinst. 1914, e. jägmästare 1915, nuv. befattn. 1920 (såsom t. f. 1918), e. lärare vid Skogshögsk. sedan 1918.

Romell Lars-Gunnar Torgny, assistent vid Naturvetenskapliga avdeln. av Stat. Skogsförsöksanst., *1891, fil. dr 1922, docent vid Stockholms högskola 1923, nuv. bef. 1918.

Schotte Gunnar Victor, föreståndare för skogsavdelningen vid Stat. Skogsförsöksanst. och chef för skogsförsöksanst. i dess helhet, professor, *1874, utex. fr. Skogsinst. 1897, assistent vid Stat. Skogsförs.-anst. 1902—05, e. notarie i Domänstyr. 1905, notarie 1907, jägm. i Arjepluogs revir 1909, t. f. förest. f. Stat. Skogsförs.-anst. 1908; nuv. bef. 1913. Ehrendr. d. Bodenk. 1921. Sekr. i Fören. f. skogsv. (Sv. skogsvårdsfören.) samt red. för dess tidskrifter och övriga publikationer. Kommittéuppdr.

Spessivtseff, Paul, t. f. assistent vid Stat. Skogsförs.-anst., entomologiska avdelningen, *1866. Tysk forstlig examen med doktorsgrad. Nuv. bef. 1921.

Stålfelt, M. G., docent vid Skogshögskolan, t. f. lärare vid Stockholms högskola *1891, fil. dr 1921, t. f. assistent vid Stat. Skogsförs.-anst. 1922.

Sylvén, Nils Olof Valdemar, avdelningsförest. vid växtbiologiska anstalten i Svalöf, *1880, fil. dr 1906, assistent vid Stat. skogsförs.-anst. 1907, t. f. lektor vid Skogsinst. 1909—15, tjf. assistent vid Stat. skogsförs.-anst. 1915, nuv. bef. 1918.

Tamm, Olof Filip Sebastian, assistent vid naturvetenskapliga avdeln. av Stat. Skogsförs.-anst., *1891, fil. dr 1920, docent vid Skogshögskolan 1920, t. f. professor vid Alnarps lantbruksinstitut 1922, nuv. anst. 1915.

Trägårdh, Ivar Oskar Herman, föreståndare för skogsentomologiska avdeln. vid Stat. Skogsförs.-anst., professor, *1878, fil. dr 1904, laborator i skogsentomologi 1915, nuv. bef. 1921.

Wibeck Johan Edvard, försöksledare vid avdeln. för föryngringsförsök i Norrland av Stat. Skogsförs.-anst., jägmästare i Storbackens revir, *1877, fil. kand. 1901, utex. fr. Skogsinst. 1904. assistent vid Stat. Skogsförs.-anst. 1905, nuv. bef. 1915.

Statens Skogsförsöksanstalts flygblad

N:o 1. Tillgången på kott och skogsfrö 1913—1914. Av Gunnar Schotte. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 2. Grankottens svampsjukdomar. Av Torsten Lagerberg. 5 sid., 2 fig. Pris 10 öre.
N:o 3. Ett observandum vid inköp av skogsfrö. Av Gunnar Schotte. 4 sid., 1 fig. Pris 10 öre.
N:o 4. Tillgången på kott och skogsfrö 1914—1915. Av Edvard Wibeck. 4 sid. 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 5. Tallskytte och snöskytte. Av Torsten Lagerberg. 10 sid., 6 fig. Pris 10 öre.
N:o 6. Trädens fruktsättning år 1915. Av Edvard Wibeck. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 7. Trädens fruktsättning år 1916. Av Gösta Mellström. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 8. Våra vanligaste barkborrar och deras gångsystem. Av Ivar Trägårdh. 28 sid., 27 fig. Pris 30 öre.
N:o 9. Trädens fruktsättning år 1917. Av Gösta Mellström. 4 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 10. Översikt över skogsinsekternas skadegörelse under år 1916. Av Ivar Trägårdh. 28 sid., 13 fig. Pris 30 öre.
N:o 11. Skogsförsöksanstaltens gallringsytor. Gällande bestämmelser om ytornas utmärkande och om skogspersonalens åligganden. Av Gunnar Schotte. 5 sid., 7 fig. Pris 10 öre.
N:o 12. Tallviveln (*Pissodes pini* L.). En allmän, men i vårt land hittills föga beaktad skogsinsekt. Av Ivar Trägårdh. 8 sid., 7 fig. Pris 30 öre.
N:o 13. Trädens fruktsättning år 1918. Av Gösta Mellström. 6 sid., 2 kartor. Pris 10 öre.
N:o 14. Barrträdskvalstret (*Paratetranychus ununguis* Jac.). Av Ivar Trägårdh. En fiende i våra plantskolor. 4 sid., 2 fig. Pris 10 öre.
N:o 15. Om törskatesvampens spridning. Av Henrik Hesselman. 8 sid., 4 fig. Pris 30 öre.
N:o 16. Om tall- och granfrö från Norrland. Av Edvard Wibeck. 12 sid., 3 fig. Pris 30 öre.
N:o 17. Några allmänna, men hittills föga uppmärksammade barkborrar och deras gångsystem. Av Ivar Trägårdh. 10 sid., 8 fig. Pris 30 öre.
N:o 18. Trädens fruktsättning år 1919. Av Gösta Mellström. 8 sid., 2 kartor. Pris 30 öre.
N:o 19. Tallbastborren och granbastborren, två fiender till skogskulturer. Av Ivar Trägårdh. 6 sid., 3 fig. Pris 30 öre.
N:o 20. Skogsträdens fruktsättning år 1920. Av Gösta Mellström. 16 sid., 5 kartor. Pris 30 öre.
N:o 21. Bokköldlusen. Av Ivar Trägårdh. 4 sid. 1 fig. Pris 30 öre.
N:o 22. Den större märgborrens skadegörelse och dess bekämpande. Av Ivar Trägårdh. 8 sid. Pris 30 öre.
N:o 23. Några nya skogsodlingsredskap. Av Edvard Wibeck. 12 sid., 6 fig. Pris 30 öre.
N:o 24. I vad mån beror skogens växt på markens mineraliska beskaffenhet? Av Olof Tamm. 8 sid., 1 karta. Pris 30 öre.
N:o 25. Skogsträdens fruktsättning år 1921. Av Gösta Mellström. 18 sid. 5 kartor. Pris 30 öre.
N:o 26. Om rötans spridningshastighet hos granen efter snöbrott. Av Gunnar Schotte. 5 sid. Pris 30 öre.
N:o 27. Tallbocken. Av Ivar Trägårdh. 6 sid. 4 fig. Pris 30 öre.
N:o 28. Skogsträdens fruktsättning år 1922. Av Gösta Mellström. 16 sid., 6 kartor. Pris 30 öre.
N:o 29. En numerisk metod för mätning av rågångar och linjenät vid upprättande av skogskartor. 16 sid. 2 fig. Pris 30 öre.

Skogliga rön. Ur Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt.
Dec. 1921, n:o 1. Om jordmånen i det nordsvenska barrskogsområdet av Olof Tamm. 19 sid. med 3 fig. Pris 50 öre.

Skogsförsöksanstaltens publikationer erhållas genom rekvisition från Statens Skogsförsöksanstalt, *Experimentalfältet.*

De institutioner, som stå i bytesförbindelse med denna skriftserie, torde benäget insända sina publikationer under adress STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT, EXPERIMENTALFÄLTET.

Die Institutionen, die mit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in litterarischem Tauschverkehr stehen, werden gebeten, ihre Zusendungen an die folgende Adresse gelangen zu lassen

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(Kgl. Forstliche Versuchsanstalt Schwedens),
EXPERIMENTALFÄLTET, SCHWEDEN.

Institutions exchanging publications with the Swedish Institute of Experimenta Forestry are requested to send these to

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(The Swedish Institute of Experimental Forestry),
EXPERIMENTALFÄLTET, SWEDEN.

Les institutions qui échangent des publications avec la Station de Recherches des Forêts de la Suède sont priées de les envoyer à

STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
(La Station de Recherches des Forêts de la Suède),
EXPERIMENTALFÄLTET, SUÈDE.

Av Statens Skogsförsöksanstalts publikationer äro hittills utgivna:

Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt

Häftet	1.	1904.	53		sid.	4	fig.			Slutsålt	(Vergriffen).
»	2.	1905.	80		»	22	»	och	2 tavlor	»	»
»	3.	1906.	110		»	32	»	»	2 »	»	»
»	4.	1907.	108	+ 12	»	26	»			»	»
»	5.	1908.	286	+ 29	»	106	»	»	9 »	»	»
»	6.	1909.	240	+ 26	»	54	»	»	2 »	Pris	2,25 kr.
»	7.	1910.	238	+ 32	»	70	»			»	»
»	8.	1911.	279	+ 23	»	74	»			»	»
»	9.	1912.	270	+ 38	»	83	»	och	3 tavlor	»	»
»	10.	1913.	228	+ 30	»	67	»	»	2 »	»	»
»	11.	1914.	200	+ 24	»	62	»	»	2 »	»	»
»	12.	1915.	162	+ 30	»	57	»			»	»
»	13. 1916. / 14. 1917.		1380	+ 180	»	397	»	»	18 »	»	18 kr. (för 2 delar).
								(bibliofilupplaga)		»	50 » » » »
»	15.	1918.	290	+ 32	sid.	61	fig.	Pris	4,50 kr.		
»	16.	1919.	210		sid.,	42	fig.	Pris	6 kr.		
»	17.	1920.	360		»	4	planscher och	43	fig.	Pris	9 kr.
»	18.	1921.	356		»	2	planscher och	87	»	»	9 kr.
»	19.	1922.	544		»	1	plansch och	119	»	»	12 kr.
»	20.	1923.	480		»	3	planscher och	143	»	»	9 kr.

Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare.

I. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Omberg, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 40 sid., med 4 kartor, 11 tabeller och 1 grafisk framställning. Pris 2 kr.

II. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 62 sid., med 11 kartor, 4 graf. framst. och 17 tabeller. Pris 2 kr.

III. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i trakten kring Brännberg och Avafors i Norrbotten, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE och EDVARD WIBECK. 44 sid., med 15 kartskisser, 1 graf. framst. och 7 tabeller. Pris 2 kr.

IV. Beskrivning över Siljansfors försökspark, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 48 sid. med 3 kartor och 2 graf. framst. Pris 2 kr.

V. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 56 sid. med 6 kartor och 6 graf. framst. Pris 2 kr.

VI. Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Svältorna i Västergötland, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 68 sid. med 1 kartbilaga, 30 fig. och 15 tabeller i texten. Pris 2 kr.

VII. Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Visingsö, utarbetad av GUNNAR SCHOTTE. 64 sid., 12 fig. och 10 tabeller i texten. Pris 2 kr.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00290 2722